ESENTED BY
V. PR. PL. M. KASIVISVANATHAN
CHETTIAR TO
THIRUVALLUVAR LIBRARY, PAGANERI.

PRESENTED BY:
V. PR. PL. M.
KASIVISVANATHAN CHETTIAR
PAGANERI

உலோகங்களும் நாமும்

காசி ஹிந்து விசுவ வித்தியாலய ஆசிரியராயிருந்த

மு. அருணாசலம்

எழுதியது

சக்தி

சக்தி காரியாலயம்

சென்னை-மதுரை-கோயமுத்தூர்-திருநெல்வேலி

முதற் பதிப்பு: ஜூன் 1947

உரிமை பதிவு
செய்யப் பெற்றது

ரூபாய்: ஐந்து
(தபால் செலவு தனி)

சக்தி பிரஸ் லிமிடெட், (சாந்தி பிரஸ்) சென்னை 14

பதிப்புரை

பலவேறு அறிவியல் துறைகளையும் தமிழ் மக்கள் அறிந்து பயனடைய வேண்டுமெனக் கருதி இது வரை சில புத்தகங்கள் எங்கள் காரியாலயத்தி லிருந்து வெளியிட்டிருக்கிறோம். அந்த வகையில் இப் புத்தகம் உலோகங்கள் பற்றியது. தமிழிலே இதுதான் உலோகக்கலை பற்றி வெளிவரும் முதலாவது புத்தகம். இந்தப் புத்தகத்தை மு. அருணாசலம் அவர்கள் சாதாரணமாய்ப் படிக்கமட்டும் தெரிந்தவர்களுக்கும்கூட நன்றாய் விளங்கும்படி தெளிவாக எழுதியிருக்கிறார். 'பிறநாட்டு நல்லறிஞர் சாத்திரங்கள் தமிழ் மொழியிற் கொணர்தல் வேண்டும்' என்ற பாரதியார் கருத்து நிறைவேற இந்நூலும் துணை செய்யும் என்பது எங்கள் நம்பிக்கை.

ஜூன் 1, 1947
சென்னை

சக்தி காரியாலயம்

உள்ளுறை

முகவுரை ... 1

முதல் பாகம் - பொது

1. உலோகங்களும் நாமும் ... 5
2. உலோக உலகம் ... 12
3. உலோகத் தாது ... 18
4. உலோகங்கள் கிடைக்கும் விதம் ... 26

இரண்டாம் பாகம் - இரும்பு

5. இரும்பு ... 34
6. இரும்புத் தாதுக்கள் ... 38
7. இரும்பு எடுக்கும் விதம் ... 44
8. வார்ப்பிரும்பு ... 53
9. தேனிரும்பு ... 58
10. எஃகு ... 59
11. எஃகும் கரியும் ... 65
12. கலப்பு எஃகு ... 72
13. எஃகின் துணைகள் - வனேடியம் ... 76
14. மோலிப்டினம் ... 77
15. மாங்கனீஸ் ... 79
16. கோபால்ட் ... 81

மூன்றும் பாகம் - முக்கிய உலோகங்கள்

17. செம்பு ... 83
18. பித்தளையும் வெண்கலமும் ... 89
19. ஈயம் ... 95
20. காரீயம் ... 99
21. துத்தநாகம் ... 103
22. நிக்கெல் ... 106
23. அலுமினியம் ... 112

24. அலுமினியம் எடுக்கும் விதம் ... 116
25. அலுமினியக் கலப்புலோகங்கள் ... 121
26. குரோமியம் ... 126
27. டங்ஸ்டன் ... 129
28. மக்னீஷியம் ... 133

நான்காம் பாகம் - மற்ற உலோகங்கள்

29. பொன் ... 139
30. வெள்ளி ... 150
31. பாதரசம் ... 155
32. ரேடியம் ... 159
33. பிளாட்டினம் ... 163
34. ஸீரியம் ... 167
35. பெரில்லியம் ... 170
36. காட்மியம் ... 172
37. ஸெலெனியம் ... 174
38. வேறு சில உலோகங்கள் ... 177
39. அரையுலோகங்கள் ... 185

ஐந்தாம் பாகம் - உலோகத் தொழில்

40. கலப்புலோகம் ... 191
41. உருவம் அமைத்தல் ... 201
42. உருவம் வார்த்தல் ... 214
43. உலோகங்களை இணைத்தல் ... 220
44. உலோகப் பொடி ... 231
45. துருவும் களிம்பும் ... 236
46. முடிவுரை ... 243

அனுபந்தங்கள்

க. இந்தியாவின் சுரங்கச் செல்வம் ... 249
உ. உலோகங்களின் அட்டவணை ... 254
ங. தாதுக்களின் அட்டவணை ... 258
ச. உலோகக் கலைச் சொற்கள் ... 260
பொருள் அகராதி ... 266

முகவுரை

'இரும்பைக் காய்ச்சி உருக்கிடுவீரே—இயந்திரங்கள் வகுத்திடுவீரே' என்று அறிவுறுத்தினார் பாரதியார். இன்றைய நாகரிகத்தில் முன்னணியில் நிற்பன இரும்பு முதலான உலோகங்கள். உலோகச் செல்வம் இருந்தால் தான் எந்த நாடும் தலை நிமிர்ந்து நிற்க முடியும். சமீப காலத்து யுத்தத்தில் தலைதூக்கி நின்ற நாடுகள், அமெரிக்கா வும் ருஷ்யாவும். உலோகத்துக்காக வேறெந்த நாட்டையும் எதிர்பாராமல், அனேகமாய் எல்லாவற்றையும் தாமே பெற்றவை இந் நாடுகள். பிரிட்டனுடைய வீழ்ச்சியைத் தடுத்துப் புது வாழ்வுக்கு அமெரிக்கா காரணமா யிருந்ததும், ருஷ்யா தன் வாழ்வைத் தானே கோலியதும், உலோகச் செல்வம் உடைய காரணத்தால்தான்.

உலோகச் செல்வம் பெற்றிருந்தால் மட்டும் போதாது; அதைத் தானே உபயோகிக்கும் திறமையும் ஒரு நாட்டுக்கு வேண்டும். பிரிட்டனுக்கு உலோகச் செல்வம் அதிகமாய் இல்லாதபோதிலும்கூட, இத் திறமை அதிகமாய் இருந்தமையால்தான், பல நாடுகளின் உலோகச் செல்வத்தைத் திரட்டிக் கொண்டு வந்து தன்னிடம் சேர்த்து, அதைப் பொருள்களாய்ச் செய்து விநியோ கிப்பதன் மூலமும், போர்க் கருவிகளாய்ச் செய்து உபயோகிப்பதன் மூலமும், தன் மக்களுடைய வாழ்வு ஓங்கும்படி செய்துவந்தது.

உலோகத் தொழிலானது இன்று ஒரு தனிப் பெருங் கலையாக வளர்ந்திருக்கிறது. நம் நாட்டிலுங்கூட, உலோகமும் உலோகத் தாதுக்களும் தேடிச் சுரங்கம்

தோண்டும் தொழில் சமீப காலத்தில் மிக்க விரிவாக வளர்ந்திருக்கிறது. இதுவரையில் இங்கு நடந்த சுரங்க வேலை, பெரும்பாலும் பிரிட்டிஷ்காரருக்கு உலோகம் தேடித் தரும் பொருட்டே யாகும். ஆனால் இனியும் இப்படி இருக்காது. சுதந்திர இந்தியா, தன் சுரங்கச் செல்வத்தைத் தானே எடுத்து உபயோகிக்குமே யன்றி, பிறரிடத்தில் கொட்டிக் கொடுத்துவிட்டு விழிக்காது என்பது நிச்சயம். சுரங்கத் தொழில் போதிக்க, காசி ஹிந்து விசுவ வித்தியாலயத்திலுள்ள கல்லூரி நெடுங் காலமாக இந்திய நாட்டில் மிக்க புகழோடு அரிய சேவை செய்து வந்திருக்கிறது. வருங் காலத்தில் இப்படிப்பட்ட தொழிற் கல்லூரிகள் பல தோன்று மென்பது உறுதி.

உலோகங்களைப் பற்றிய நூலெதுவும் தமிழில் இல்லை. நூல் இருந்தாலும், அதனிடத்தில் எல்லோருக்கும் ஆர்வம் பிறக்கு மென்று எதிர்பார்க்கவும் முடியாது. எனினும், பொதுவான விஷயங்கள், படித்தோர் படிக்காதோர் ஆகிய அனைவரும் அறியத்தக்கவை. ஆங்கிலத்தில் இந்த முறையில் எண்ணற்ற நூல்கள் எழுதப்பெற்றுள்ளன. இவற்றுட் சில, மிக்க சுவையுடையனவா யுள்ளன. அவற்றைப் படித்தபோது, இச் செய்திகள் தமிழில் இருந் தால் நலமாயிருக்குமே என்ற எண்ணம் எழுந்தது. அதன் பயனே இந்த நூல்.

உலோகங்கள் மொத்தம் அறுபதுக்கு மேற்பட்டவை. இவற்றுள் நம்மவர் அறிந்தவை, இரும்பு செம்பு முதலான எட்டு. மற்றவை யாவும், புதியவை; அவற்றின் பெயர் களும் புதியன. தமிழருக்கு, அப் பெயர்களே விசித்திரமா யிருக்கும்—ரேடியம், குரோமியம், மக்னீஷியம், இரிடியம் என்ற பெயர்கள் விசித்திரமல்ல வென்று கருத முடியாது. உலோகங்களிற் பெரும்பகுதி யின் பெயர் இப்படித்தானிருக்கும். இப் பெயர்கள், ஆங்கில மல்ல; லத்தீன் பாஷையிலிருந்து ஆங்கிலத்தில் அமைக்கப் பெற்றவை. தமிழ் மொழிக்கு இவ் வஸ்துக்களும் இவற்றைப் பற்றிய கருத்துக்களும் புதியவையான படியால், வேறு சொல் தேட முயலாமல், தமிழிலும் அந்த

லத்தீன் மொழிச் சொற்களை வைத்தே இவற்றை அறிதல் எளிதாகும். ஆகவே, இந் நூலில் புதியனவாயுள்ள வஸ்துக்களுக்குப் பிறநாட்டுக் கலைவல்லார் வைத்துள்ள லத்தீன் முதலான பிற மொழிச் சொற்களை அப்படி யப்படியே தமிழ் மொழியாக உபயோகித்திருக்கிறேன்.

புதிய வஸ்துக்களை ஏற்றுக்கொள்ளும் தமிழ் மக்கள், அவற்றின் புதிய பெயர்களைக் கண்டு அஞ்சவில்லை என்பதையும் நாம் அறிவோம். அலுமினியப் பாத்திரம் அறியாத ஏழை மக்கள் நம் நாட்டில் யாரும் இல்லை. அலு மினியம் நமக்குப் புதிய உலோகம், பெயரும் புதிய பெயர்; ஆனால், அலுமினியம் என்ற சொல்லோ, இன்று தமிழ்ச் சொல்லாகி விட்டது. வேறெத்தனையோ சொற்களுக்கும் இது பொருந்தும்.

இந் நூல் ஐந்து பாகமாக இருக்கிறது. முதல் பாகம் பொதுவான கருத்துக்களையும், இரண்டாம் பாகம் இரும்பையும், மூன்றும் பாகம் செம்பு அலுமினியம் போன்ற முக்கிய உலோகங்களையும், நான்காம் பாகம் பொன் வெள்ளி முதலான பிற உலோகங்களையும், ஐந்தாம் பாகம் சில உலோகத் தொழில் முறைகளையும் விவரிக்கும். இரும்பு அலுமினியம் சம்பந்தமாக, உலோகத்தைத் தாதுவினின்றும் பிரித்தெடுக்கும் முறை மிகவும் விரிவாகச் சொல்லப் பெற்றுள்ளது. தவிர, ஒவ்வோர் உலோகத்தைக் குறித்துக் கூறும்போதும், அதன் இயல்புகள், அது கிடைக் கும் விதம், கிடைக்குமிடங்கள், அதனாலுள்ள உபயோகம் என்பன பற்றிய செய்திகள் சொல்லப் பெற்றுள்ளன. தெரிந்த வரையில் இந்திய உற்பத்தியும் குறிப்பிடப் பெற்றுள்ளது.

உலோகங்களைப் போலவே, முக்கியமான உபயோக முள்ள அலோகங்களும் பல உள்ளன; கந்தகம், பாஸ்பரஸ், வயிரம் போன்ற தனி அலோகங்கள்; மைகா, உப்பு, பீங்கான் முதலான கூட்டுப் பொருள்கள்; இப்படி எத்தனையோ. இவைகளும் சுரங்கச் செல்வமாதலால், இப் புத்தகத்தில் சுருக்கமாகவேனும் குறிப்பிடத் தக்கவை. எனினும், நூலின் விரிவஞ்சி இப்போது இங்கு இவற்றைச்

சேர்க்கவில்லை. அடுத்த பதிப்பில் இவற்றை ஒரு தனிப் பாகமாக இதனுள் சேர்த்தல் கூடும்.

இந்நூலின் பகுதிகள் சில, இரண்டு ஆண்டுகளுக்கு முன் தினமணியில் கட்டுரை உருவத்தில் வெளிவந்தன.

இங்குச் சொல்லப் பெற்றது எதையும் நேரில் செய்தோ அறிந்தோ சொல்லவில்லை. உலோகத் தொழில் பற்றி ரட்லி, ஜோன்ஸ், அலெக்ஸாண்டர், ஸ்ட்ரீட் போன்ற ஆசிரியர்களும், இந்திய உலோகங்கள் சம்பந்தமாய், காக்கின் பிரௌன் என்பவரும், உலோக இரசாயனம் சம்பந்தமாய் பிண்ட்லே என்ற ஆசிரியரும் எழுதிய புத்தகங்களைப் படித்ததன் பயனாய், ஆங்கிலம் அறியாதோரும் இச் செய்திகளை அறிவது பயனுடையது என்ற 'ஆசைபற்றி அறையலுற்றேன்'. ஒரு புதிய தொழில் பற்றிய செய்திகளைத் தொகுத்து முதன் முதல் எழுதும் இந் நூலில் குறைபாடுகள் இருத்தல் கூடும். எனினும், இத் துறையில் பயிலவோ பயிற்றவோ விரும்பு வோருக்கு, இது சிறந்த வழிகாட்டியாயிருக்கும் என்பது உறுதி.

என் கடன் பணி செய்து கிடப்பதே

சென்னை,
சர்வஜித்து, சித்திரை 9௳
22-4-1947.

மு. அருணாசலம்

முதல் பாகம் - பொது

1. உலோகங்களும் நாமும்

பழகிப்போன விஷயங்கள் பலவற்றைப் பற்றி நம் மனம் சிந்திப்பதே யில்லை. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக உலோகங்களைச் சொல்லலாம். நாம் உயிர் வாழ்வதற்குக் காற்று எப்படி அவசியமோ, அப்படியே உலோகங்கள் நமது தினசரி நகர வாழ்க்கைக்கு இன்றி யமையாதனவாகி விட்டன. காலையில் ஆறு மணிக்கு எழுகிறோம். படுக்கையைச் சுருட்டி வைத்துக் குழாயில் தண்ணீர் பிடித்துப் பல்துலக்குகிறோம். குழாய், இரும்புக்குழாய் அல்லது துத்தநாகக் குழாய், உலோகத்தாலானது. தண்ணீர் பிடிக்கும் தொட்டி, அண்டா, செம்பு எல்லாம் உலோகத்தாலானவை. குளித்து விட்டுப் பலகாரம் சாப்பிடுகிறோம்: இட்டலி செய்யும் இட்டலிப் பானை, தோசை வார்க்கும் தோசைக் கல், தோசைதிருப்பி, உப்புமா கிண்டும் வெண்கலப்பானை—யாவும் உலோகத்தாலானவை. பலர் வீட்டில், அடுப்பே இரும்பு அடுப்புத்தான். பிறகு காப்பி: பில்டர்—பித்தளை. காப்பி சாப்பிட்டுப் பத்திரிகை படிக்கிறோம்: செப்புக் கம்பிகளின் வழியே செல்லும் மின்சார சக்தியின் உதவியால் பெரிய இரும்பு அல்லது எஃகு யந்திரங்கள் ஈயம் அல்லது காரீய அச்செழுத்துக்களைக் கொண்டு அச்சிட்டதுதான் நாம் படிக்கும் பத்திரிகை. ரெயிலிலோ டிராமிலோ ஏறி வேலைக்குப் போகிறோம். ரெயில் என்ஜின், தண்டவாளம், சக்கரங்கள்—யாவும் இரும்பு. மோட்டார், என்ஜின் எல்லாம் இரும்பு. டிக்கட்டுக்காக நாம் கொடுக்கும் காசு—செம்பு, ஈயம், நிக்கல், பித்தளை, வெள்ளி—எல்லாம் உலோகம். வேலை செய்யும் காரியாலயத்தில் வெளிச்சத்துக்காக விளக்குப் போடுகிறோம். எரிவது டங்ஸ்டன் என்ற உலோகக் கம்பி. எழுதுவது சாதாரணப் பேனாவா யிருந்தாலும்,

பௌண்டன் பேனுவா யிருந்தாலும், உலோகத்தாலான நிப்புத்தான் (முள்). காகிதத்தைக் கிழிப்பதும், காய்கறி நறுக்குவதும், க்ஷவரம் செய்வதும் உலோகத்தாலான கத்தியும் அரிவாள்மணையும், அம்பட்டன், தச்சன், கொல்லன், தையற்காரன் எல்லோருடைய கருவிகளும் உலோகத்தாலானவை. வண்ணுனுடைய இஸ்திரிப் பெட்டியும் அப்படியே. உழவனுடைய மண்வெட்டியும் கலப்பைக் கொழுவும் அப்படியே. நேரத்தையறிய வேண்டி நாம் கையில் கட்டிவைத்திருக்கும் கடிகாரமும் சுவரில் மாட்டியிருக்கும் கடிகாரமும் அப்படியே உலோகத்தாலானவை. இங்ஙனமே, நமது தினசரி வாழ்க்கையில் எதைப் பார்த்தாலும், உலோகமே உலகத்தில் ஆட்சி புரியக் காண்கிறோம்.

உலகத்தில் மக்கள் தோன்றி நெடுங்காலத்துக்குப் பிறகுதான், உலோகம் என்ற பொருள்கள் சில உள்ளன என்பதை அறிந்து, அவற்றை உபயோகிக்கத் தெரிந்து கொண்டிருக்கிறார்கள். ஆதி மனிதன் ஆடுமாடு மேய்த்து உயிர் வாழ்ந்து வந்தான். அந்தப் பருவத்தில் அவனுக்கு உலோகங்கள் தெரியுமென்று சொல்ல முடியாது. பிறகு அவன் படிப்படியாகப் பயிர்த் தொழிலைக் கற்றான். குடியிருப்பதற்கேற்ற சிறு குடிசைகள் அமைக்கவும், ஆடை நெய்யவும், மண்ணால் பாத்திரங்கள் செய்யவும் ஒரு வகையாகக் கற்றான்; கருங்கல்லைச் செதுக்கித் தேய்த்துக் கூராக்கி ஆயுதம் செய்துகொண்டான். இந்தப் பருவத்திலெல்லாம் அவனுக்கு உலோகம் என்பதே தெரியாது.

இப்படி நெடுங்காலமான பிறகுதான், மனிதனுக்கு உலோக மென்பது தெரியவந்தது. அவனறிந்த முதல் உலோகம் வெண்கலமென்று சொல்கிறார்கள். 'உலோகம் என்றால் பளபளப்பாயிருக்கும்; கருங்கல்லைப் பார்க்கிலும் பல மடங்கு (இரும்பு என்றால் மூன்று மடங்கு) கனமாய் இருக்கும்; இதைத் தட்டி நீட்டி, வேண்டிய மாதிரி வளைத்துக் கொள்ள முடியும்' என்றுதான் அவன் உலோகம் பற்றிச் சொல்லக்கூடும்.

பயிர்த் தொழிலைக் கற்றுக் கொள்வதற்கு முன்னமேயே, காட்டு விலங்குகளைக் கொன்று அவற்றின்

இறைச்சியை மனிதன் உண்டுவந்தான். விலங்குகளை வேட்டையாடுவதில், உலோகத்தால் செய்யப்பெற்ற கூர்மையான ஆயுதங்கள் உதவியாயிருப்பதை அவன் முதல் முதலில் கண்டான். கல்லை வெட்டுவதற்கும், மரத்தை வெட்டுவதற்கும், உலோகத்தாலான கருவிகள் உதவுவதையும் அவன் அறிந்தான்.

பின்னும் நெடுங்காலமான பிறகுதான், மனிதன் தீயைப் பயன்படுத்த அறிந்தான். இதன்பின் உலைக் கூடங்களைச் சமைத்து, அவற்றில் உலோகங்களைக் காய்ச்சவும், உருக்கவும், உருக்கி மண் அச்சில் வார்த்து வேண்டிய உருவமுள்ள கருவிகளும் பொருள்களும் செய்யவும் கற்ருன். இம்மாதிரி உருக்கி வார்க்கப்பட்ட பலவகைக் கருவிகள் நிலத்தில் புதைந்து கிடந்ததை ஆராய்ச்சியாளர் கண்டிருக்கிருர்கள். வெண்கலத்தாலான வாள், கத்தி, இருப்பு ஈட்டி முதலியன இருந்தனவென்று தெரிய வந்திருக்கிறது.

நெருப்பில் காய்ச்சி உலோகங்களை உருக்கக் கற்ற பின் இரண்டு உலோகங்களை உருக்கி, ஒன்ருய்ச் சேர்த்துக் கலப்புஉலோகம் செய்யும் முறை தெரியவந்தது. முதல் முதலில் உண்டான கலப்பு உலோகம், வெண்கலமென்று சொல்லலாம். தமிழ் நாட்டுக் கோயில்களிலுள்ள மூர்த்திகளின் உற்சவத் திருவுருவங்கள், பெரும்பான்மையும் செம்பினுலும் வெண்கலத்தாலும் ஆனவையென்று நாம் அறிவோம். செம்பும் சுமார் பத்திலொரு பங்கு ஈயமும் கலந்ததுதான் வெண்கலம். எளிதில் நெகிழக்கூடிய செம்பில், ஈயம் அதிகமாய்க் கலக்கக் கலக்க, அது உறுதி பெற்றது என்பது அனுபவத்தால் தெரியவந்தது. பல வகைக் கலப்பு உலோகங்கள் பலவகையான காரியங்களுக்குப் பயன்பட்டன. இரும்பும் வெண்கலமும், ஆயுதங்களுக்கும் பல வேறு கருவிகளுக்கும் உதவின. செம்பு பித்தளை ஈயம் முதலியன பாத்திரம் செய்யப் பயன் பட்டன. பொன், வெள்ளி, செம்பு போன்றன நகை செய்ய உதவின. இவைகளும் ஈயம் முதலியனவும் நாணயம் செய்ய உபயோகமாயின.

வெள்ளியும் பொன்னும் காற்று மழை முதலியவற்ருல் ஒளி குன்ருமலும் கெடாமலும் இருந்தமையால், இவை உயர்ந்த உலோகங்களென்று மக்கள் கருதினர்கள். வெள்ளியை வெண்பொன் என்று சொல்வதுண்டு. பசுமை மாருதது என்ற கருத்தோடு நல்ல பொன்னைப் பசும்பொன் என்றும் பைம்பொன் என்றும் வழங்குவதுண்டு. எல்லா வேலைகளுக்கும் அதிகமும் பயன்பட்ட காரணத்தால், செம்புக்கு அதன் செந்நிறத்தை நோக்கிச் செம்பொன் ன்றஎ கௌரவப் பெயரும் எழுந்தது. பொன்னும் வெள்ளியும் கறுக்கமாட்டா, துருப்பிடிக்கமாட்டா என்ற காரணத்தால், அவற்றுக்கு மதிப்பு அதிகமாயிற்று. நகையாக உபயோகிக்க ஆரம்பித்தபின், மக்கள் அவற்றை விரும்பித் தேடலாயினர். எனவே, நாணயத்துக்கும் செல்வ நிலைக்கும் இவ்விரு உலோகங்களுமே அளவு கோலாயின. இரும்பு செம்பு என்ற உலோகங்களைப்போலப் பொன்னும் வெள்ளியும் பயன்படக் கூடியவையல்ல. எனவே, இவற்றுக்கு ஏற்பட்ட மதிப்பு, செயற்கையாக ஏற்பட்ட பண மதிப்பே ஒழியப் பயனைக் கருதிய மதிப்பன்று.

பொன்னையும் வெள்ளியையும் எத்தனை முறை அழித்தழித்து உருக்கினுலும் அவை எடையில் அதிகமாய்க் குறைந்து போகமாட்டா. ஆனல், மற்ற உலோகங்களை இவ்விதம் செய்யும்போது, அவை காற்றிலுள்ள பிராண வாயுவுடன் சம்பந்தப்பட்டு உப்புக்களாக மாறுவதால், சில சமயம் எடை குறைவதுண்டு. அவ்வுலோகங்களுக்குத் தனி மதிப்பு ஏற்பட இதுவும் ஒரு காரணமாகும்; அவை நகையாகவும் நாணயமாகவும் உபயோகமாக இந்தத் தன்மையே காரணமாயிருந்தது.

இவ்விதமாக, பொன்னும் வெள்ளியும் உலோகங்களிடையே உயர்ந்த சாதியாயின. இரும்பு, ஈயம், செம்பு, என்பன, எவ்வளவுதான் பயன்பட்ட போதிலும், சற்றே தாழ்ந்த சாதியாயின. சமூகத்தில் உடலை வருத்தி உழைப்போர் தாழ்ந்த சாதி, உடல் உழைப்பில்லாதோர் உயர்ந்த சாதி என்று பிற்காலத்தில் ஏற்பட்டது போலவே, உலோக உலகத்திலும், பயனுள்ளவை தாழ்வு, பயனற்றவை உயர்வு என்று ஏற்பட்டு விட்டது.

பொதுவாக, பொருள்களைக் குறித்த அறிவு பெரிதும் விளக்கம் பெறாதிருந்த பண்டைக் காலத்தில், தாழ்ந்த உலோகங்களான ஈயம், செம்பு, காரீயம், இரும்பு முதலியவற்றைப் பொன்னாக மாற்றிவிட முடியும் என்று அறிவாளிகளும் நம்பினார்கள். இந்த நம்பிக்கையின் விளைவே இரசவாதம். இந்த இரசவாதம் நம் நாட்டில் மட்டுமன்று, உலகெங்குமே ஒரு காலத்தில் பரவியிருந்தது.

இரசவாதிகள், பொன்னாக மாற்றும் வித்தைக்கான தடபுடல்களை ஒரு பக்கம் செய்துவந்த பண்டைக் காலத்திலும், உலோகத் தொழிலில் ஈடுபட்டோர் மற்றொரு பக்கத்தில் தங்கள் தொழிலைக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக வளர்த்து வந்தார்கள். புதிது புதிதாகச் சுரங்கங்களைக் கண்டு பிடித்தும், அவற்றிலிருந்து உலோக தாதுக்களை வெளிப் படுத்தியும், இவற்றிலுள்ள உலோகத்தைப் பிரித்தெடுத்துச் சுத்தப் படுத்தியும் வந்தார்கள். அவர்கள் கையாண்ட முறைகள் சில சமயம் நல்ல பயனைத் தந்தன. உலோகத் தாதுக்களில் அடங்கிய வேற்றுப் பொருள்கள் காரணமாக, பல சமயம் நல்ல பலன் கிடைக்கவில்லை; கெடுதலும் விளைந்தது. இதைத் திருஷ்டி தோஷம் என்றும், பேய் பிசாசுச் சேஷ்டை என்றும் அக்காலத்தவர் கருதினார்கள்! இப்படிக் கருதியதன் பயனாக அவ்வகை வேற்றுப் பொருள்களுக்குப் பேய் பிசாசுகளின் பெயர்களையே வைத்தார்கள். அப் பொருள்கள் வேறு புதிய உலோகங்கள் என்று நாளடைவில் தெரிய வந்தன. நிக்கல், கோபால்ட் என்பன இந்த உலோகங்கள்; கோபோல்டு, நிக் என்ற இப் பெயர்கள் பேய் பிசாசுகளைக் குறிக்கும் சொற்கள்.

மற்றெல்லா நாடுகளையும் விட நம் நாட்டில், உலோகத் தொழில் பல்லாயிரம் ஆண்டுகளாக மிகவும் உன்னத நிலையிலிருந்து வந்தது. பொன் வெள்ளி முதலியவற்றால் அரிய வேலைப்பாடமைந்த அணிகலன்கள் செய்யப் பெற்றிருந்தன. செம்பிலும் பொன்னிலும் வெண்கலத்திலும் தெய்வ வடிவங்கள் பல அழகு பெற அமைக்கப் பெற்றிருந்தன. ஏழை முதல் பெருஞ் செல்வர் வரையில், வீட்டு உபயோகத்திற்கேற்ற விளக்கு, தட்டு, பானை,

செம்பு, குவளை, அடுக்கு, சருவம், தாழி என்றெல்லாம் அளவற்ற வழிகளில் செம்பும் பித்தளையும் ஈயமும் வெண் கலமும் ஆகிய உலோகங்கள் உபயோகப்பட்டு வந்தன. மேல் நாடுகளில் பொதுவாக உலோகத்துக்கு இவ்வளவு உபயோகம் இல்லாத போதிலும் கூட, உலோகத் தாதுக் களையும் உலோகங்களையும் உருக்குவதற்கென்று புதிய புதிய மாதிரியான உலைக் கூடங்களை அமைத்துச் சோதனை நடத்தி வந்தார்கள். நாளாக ஆக, மிகவும் சக்தி வாய்ந்த உலைக் கூடங்கள் உபயோகத்துக்கு வரலாயின.

சென்ற நூற்றுண்டின் மத்தியில்தான் மேலை நாட்டில் எஃகு செய்யும் தொழில் முக்கியத் தொழிலாக வளர்ந்தது. இது வளரவும், எஃகினுல் இயங்கும் இன்றைய எஃகு உலகம் உருப் பெற ஆரம்பித்தது. பாலம், பீரங்கி, ரயில், ரயில் பாதை, கப்பல், பலவகைக் கருவிகள் ஆகிய யாவற் றுக்கும் எஃகே முதல் துணையாக ஆயிற்று. அந்தக் காலம் வரையில் எஃகு செய்யும் தொழில் ஒரு வகையில் தனிக் கலை, சிலருக்கே கைவந்த அரிய கலை என்று கருதப்பட் டிருந்தது. அக் காலத்தின் முடிவில்தான், இது கலை என்ற நிலை மாறி, அறிவியலின் துணைகொண்டு செய்யக் கூடிய பெருந் தொழில் என்ற நிலைக்கு வந்தது. புதிய புதிய உலோகங்கள் தெரிய வரலாயின. மிக்க லேசான அலுமினியம் தெரிய வந்தது, நிக்கல் தெரியவந்தது. வெவ்வேறு தன்மை யுடைய எஃகு வகைகள் செய்யப் பெறலாயின. இந்த இருபதாம் நூற்றுண்டில், உலோகங் களைப் பற்றிக் கிடைத்துள்ள அறிவும் உலோகத் தொழிலும் மிக விரிந்தவை. சென்ற யுத்தத்தின் பிறகும், இந்த யுத்தக் காலத்திலும், உலோகங்களுக்கு அளவில்லாத உபயோகங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன.

இன்றைய நாகரிகம் முழுவதும் இகத்தை மட்டுமே கருதியது. இந்த நாகரிகம் பல வகையான சக்திகளையும் தக்கபடித் திறமையாக உபயோகிப்பதைப் பொறுத்தது. நீராவிச் சக்தி, எண்ணெய்-ஆவிச் சக்தி, கரி-ஆவிச் சக்தி, மின்சார சக்தி என்பனவாக இன்றைய சக்திகள் பல வகை. உலோகங்களையும் அவற்றின் கலப்பு வகைகளையும் கையாளுவதில் தேர்ச்சி பெற்றுல்தான், இந்தச் சக்தி

களைத் திறம்பட நடத்தி முழுப் பயனும் பெற முடியும். உலோகங்கள் இல்லாவிட்டால் இவற்றை நடத்த முடியாது. உலோகமின்றி ரெயிலுண்டா, மோட்டாருண்டா, கப்பலுண்டா, ஆகாய விமானமுண்டா, மின்சாரமுண்டா? என்னதானுண்டு?

இங்ஙனமாகப் பலவகை உலோகங்களையும், உலோகக் கலப்புக்களையும் தேடியமைப்பதில் மக்கள் இனத்துக்கு உண்மையிலேயே மிக்க நன்மையுண்டு. ஆகாய விமானம் ஒன்று செய்வதானால், குறித்த ஒன்றையே தேட வேண்டுமென்பதில்லை; மரமோ, மக்னீஷியம் அல்லது அலுமினியம் கலந்த கலப்பு உலோகமோ, கலப்பு எஃகோ, எது தக்கபடி கிடைக்கிறதோ அதை இன்று உபயோகித்துக் கொள்ள முடியும். மின்சாரக் கம்பி வேண்டுமென்றால் செம்போ அலுமினியமோ உபயோகிக்கலாம்; இவற்றோடு எஃகு கலந்து உபயோகிக்கலாம் அல்லது பாஸ்பரஸ் சேர்ந்த வெண்கலக் கம்பியை உபயோகிக்கலாம். அதிக வேகத்தில் இயங்கிக்கொண்டு, மிக்க நுட்பமாயும் கூர்மையாயும் வெட்டுவதற்கான கத்திகளையும், ரம்பங்களையும் பலரகத்தில் இன்று அமைக்க முடிகிறது; எஃகிலேயே, தேவைக்கேற்றபடி எத்தனையோ வகைகள் அமைக்கமுடிகிறது.

இப்படிப்பட்ட உலோகத் தொழில் வளர்ச்சி விரிவு காரணமாக, குறித்த ஒரு தொழில்நிபுணனுக்கு ஒரே வேலைக்கேற்ற கருவியமைப்பதற்குப் பல ரக உலோகங்கள் கிடைக்கின்றன. பலவற்றையும் கையாண்டு பார்த்து, எது மிகவும் பொருத்தமானது, லாபகரமானது, நுட்பமாய் வேலை செய்யக்கூடியது, சிக்கனமானது என்று அறிவது சாத்தியமாகிறது. இப்படிப் பெற்ற அறிவு மனித சமூகத்துக்கு நன்மை பயக்குமென்பதில் சந்தேகமில்லை. தீமை விளைவதை நாம் பார்க்கிறோமே என்றால், இது மனிதனுடைய குற்றமே யொழிய, அறிவின் குற்றமன்று.

2. உலோக - உலகம்

சம்ஸ்கிருத மொழியில் இரண்டு சொற்கள் உள்ளன; இவை தமிழில் ஏறக்குறைய ஒன்றுபோல வழங்கும். ஒன்று லோக என்பது; தமிழில் இது லோகம், உலகம் என்றும், உலகு என்றும் வழங்கும். மற்றொன்று லோஹ என்பது; இது தமிழில் உலோகம் என்றே வழங்கும், நாம் இங்கு ஆராய்ந்துவரும் பொருள்களான இரும்பு, பொன் முதலானவற்றை இச் சொல் குறிக்கும். உலோகப் பொதுப் பெயர்கள் கொல், சீருள் (தாது)முதலியன என்று நிகண்டு குறிப்பிடுகிறது. (கொல் என்ற சொல்லினடியாகவே உலோக வேலை செய்வோருக்குக் கொல்லர் என்ற பொதுப் பெயரும் ஏற்பட்டது.) எனினும், உலோகம் என்பதுதான் மிகுதியாக வழக்கிலுள்ள சொல்.

அறிவியற்கலை பெரிதும் விரிந்துள்ள இக்காலத்தில் எல்லாத்துறைகளும் மிக்க விளக்கம் பெற்றுள்ளமை போலவே, இந்தத் துறையும் பெற்றுள்ளது. உலோகங்கள் என்ற பிரபஞ்சமும் மிக விரிந்து கிடக்கிறது. உலோகமாகிய உலகத்தின் விசித்திரம் எத்தகையது என்பதைச் சுருக்கமாய் இங்குக் குறிப்பிடலாம்.

இந்தப் பிரபஞ்சத்தில் அடங்கியுள்ள தனியான மூலப் பொருள்கள் அல்லது தனியங்களின் தொகை 92 என்று இரசாயன நூல்வல்லார் கூறுகிறார்கள். (இவற்றுக்கு அதிகமும் இருக்கலாம் என்று இந்த அணுக்குண்டு யுகத்தில் சில ஆராய்ச்சியாளர் கருதுகின்றனர்.) இவற்றுள் முக்கால் பங்கு—67க்குக் குறையாமல்—உலோகங்களாயிருக்கின்றன. எனவே, முன்னமே கூறியவாறு எல்லாம் உலோகமாயிருப்பதில் வியப்பில்லை. இத்தொண்ணூற்றிரண்டில், இரண்டு தனியங்கள் இன்னும் கண்டுபிடித்ததாகவில்லை. இன்றைய நிலையே இப்படியிருக்கையில், பண்டை மனிதருக்குப் பல உலோகங்கள் தெரியவரா என்று சொல்வதில் குறைவு ஒன்றுமில்லை.

புராதன உலோகங்கள்

பொன் என்ற சொல்லால் நம்மவர் மூன்று உலோகங்களைக் குறிப்பிட்டனர்: பசும் பொன்—இதுவே பொன்

அல்லது தங்கமாகும்; செம்பொன்—செம்பு; கரும்பொன் —இரும்பு. வெள்ளிக்குத் தனியே சிறந்த மதிப்பிருந்த படியால், பொன் என்ற பெயரை அதனோடு பொருத்தி வழங்கும் வழக்கம் இருந்ததில்லை; எனினும், பின்னால் அதை வெண்பொன் என்று கூறும் வழக்கம் வந்திருக்கிறது.

பஞ்சலோகம் என்ற வழக்கு, பழமையான வழக்கு. தெய்வத் திருவுருவங்கள் சிலவும், பூசைக்குரிய பாத்திரங்கள் முதலியனவும், பஞ்சலோகம் என்ற ஐந்து உலோகக் கலப்பால் செய்வது வழக்கமாயிருந்ததுண்டு. இவ்வுலோகத்தில் பட்ட அல்லது வைத்திருந்த தண்ணீர் உடம்புக்கு நன்மை தரும் என்ற கருத்தும் நம்மவரிடையுண்டு. இவ்வுலோகக் கலப்பு என்ன விதப்படி சேர்ப்பது என்பது இன்று யாருக்கும் தெரியுமென்று தோன்றவில்லை; ஒருவேளை அபூர்வமாய்க் கன்னார் அல்லது கோயிற் சிற்பிகள் சிலருக்குத் தெரியக்கூடும். பஞ்ச உலோகங்களாவன: செம்பு, இரும்பு, ஈயம், வெள்ளி, பொன்.

உலோகத் தொழிலில் ஈடுபட்டோர் பெயரும் இங்குக் குறிப்பிடத்தக்கது. கொல்லர் என்ற பெயர், தொடக்கத்தில் எல்லா உலோக வேலை செய்வோருக்கு முரிய பெயராயிருந்தது. பின்னர் தொழில்கள் விரிவடையவே கருங்கொல்லர் பொற் கொல்லர் என்ற பெயர்கள் ஏற்பட்டு, முறையே இரும்புத் தொழில் செய்வோரையும், பொன் (வெள்ளி முதலான) தொழில் செய்வோரையும் குறிப்பிடலாயின. பின்னர் இப் பாகுபாடு மூன்றாயிற்று. க. கொல்லர் - இரும்புத் தொழில் செய்வோர். உ. தட்டார்- பொன் வெள்ளித் தொழில் செய்வோர். ங. கன்னார்- செம்பு ஈயம் முதலிய தொழில் செய்வோர். (கம்மியர் என்ற சொல், இம் மூவரோடு, மரத் தச்சர் கல்தச்சர் ஆகிய தொழில் வல்லார் ஐவரையும் பொதுப்படக் குறிக்கும்.)

மேலைநாட்டு வான சாஸ்திரத்தில், முக்கியமாய்க் கிரேக்க சம்பிரதாயத்தில், ஏழு கிரகங்களுக்கும் ஏழு உலோகங்களை அடையாளமாய்க் கொண்டிருந்தார்கள்.

ஞாயிறு (சூரியன்) - தங்கம். திங்கள் (சந்திரன்)- வெள்ளி. செவ்வாய் - இரும்பு. புதன் - பாதரசம். வியாழன் (குரு) - ஈயம். வெள்ளி (சுக்கிரன்)- செம்பு. சனி - காரீயம்.

நம்மவர்களும் இப்படியே சத்ததாதுக்கள் என்று ஏழு உலோகங்களைக் குறிப்பிட்டதுண்டு. அவர்கள் காரீயம் பாதரசம் என்ற இரண்டையும் சேர்க்காமல், வெண்கலம் தரா என்ற இரண்டு கலப்புலோகங்களையும் ஐம்பொன் அல்லது பஞ்சலோகங்களோடு கூட்டி, ஏழு என்று கூறு வார்கள். நவலோகம் என்பது பிறிதொரு வழக்கு; மேற் கூறிய ஏழுடன், காரீயம் என்ற தனியுலோகத்தையும், பித்தளை என்ற கலப்புலோகத்தையும் சேர்த்தெண்ணினால், ஒன்பதாகிறது. பாதரசத்தை நம்மவர் அறிந்திருந்தார் கள் என்பது உண்மை. இரசவாதம் என்ற கலை அல்லது வித்தை எவ்வளவோ பழமையானது. திரவரூபமா யுள்ள ரசத்தைக் கட்டியாக்கி, ரசலிங்கம் செய்து பூசித்து வந்தார்கள் என்றும் நாம் அறிகிறோம்.

மேலே நாம் பார்த்தவை ஏழு தனி உலோகங்கள்: பொன், வெள்ளி, செம்பு, இரும்பு, ஈயம், காரீயம், பாதரசம் என்பன. நம் முன்னோர் அறிந்தன இவ்வளவே; நாகம் என்னும் துத்தநாகமும் அறிந்திருந்தார்கள் என்று வேண்டுமானால் கூறலாம். ஆக எட்டு.

இன்றைய நாகரிகத்தை இரும்பு நாகரிகம் (அல்லது இரும்பில் ஒரு சிறப்பு வகையான எஃகு நாகரிகம்) என்று கூறுகிறார்கள். இப்போதுதான் முடிந்த உலகயுத்தமும் இதை நிரூபிக்கும். யுத்தக் கருவிகள், போக்குவரத்துச் சாதனங்கள் - ரெயில், கப்பல், விமானம், டாங்கி, மோட்டார் - எங்கும் ஆதிக்கம் புரிவது இரும்பு. கட்டிடங் களே இரும்பைக் கொடுத்துக் கட்டப்பெறுகின்றன. மனிதனையே எஃகு மனிதன் என்கிறார்கள். ஆதலால் இது இரும்பு நாகரிகம் அல்லது இரும்பு யுகம் என்பதில் அபிப்பிராய பேதமில்லை.

சைன சம்பிரதாயத்தில், உயிர்களை முடிவாக நான்கு அல்லது ஐந்து பிரிவுகளில் அடக்குவார்கள்: இருப்புயிர், செம்புயிர், வெள்ளியுயிர், பொன்னுயிர், மணியுயிர் என. 'மணியுயிர் பொன்னுயிர் மாண்ட வெள்ளியின் அணி

யுயிர் செம்புயிர் இரும்பு போலவாம் பிணியுயிர் இறுதியா' என்பது சீவக சிந்தாமணிப் பாடல். மணியுயிர்—வீடு பெற்ற உயிர். பொன்னுயிர்—தேவருயிர். வெள்ளியுயிர்—மேன்மக்களுயிர். செம்புயிர்—மக்களிற் கீழாயினருயிரும் விலங்குயிரும். இரும்புயிர்—நரகருயிர். பொதுவாய் மக்களுலகம் இன்று செம்புயிர் என்ற தகுதியைத்தான் பெற்றிருக்கிறது போலும்! வெள்ளியுயிர், பொன்னுயிர், மணியுயிர் என அதன் தகுதி மேம்பட்டு வருங்காலம் எக்காலமோ? அக் காலம் வருமா? சென்ற யுத்தத்தைப் பார்த்த பிறகு நாம், 'அருளே உலகெலாம் ஆள்விப்பது' என்ற காரைக் காலம்மையார் உபதேசத்தை மறுத்து, 'இரும்பே உலகெலாம் இயக்குவிப்பது' என்று சொல்லவே தோன்றுகிறது.

புதிய உலோகங்கள்

பொன் வெள்ளி என்ற இரண்டும், இரும்புக்கு மாருக, உயர்ந்த சாதி யுலோகங்களாயிருந்து நகை செய்யப் பயன்பட்டு வந்தன. ஆனல் இவற்றுக்குப் போட்டியாக, பிளாட்டினம் என்ற உலோகம் இன்று வழக்கத்திலுள்ளது. இது பொன்னினும் அதிகக் கனமுடையது; பார்வைக்கு வெள்ளிபோ லிருக்கும்; விலையும் அதிகம். பிளாட்டினக் குடும்பத்தில் மொத்தம் ஆறு உலோகங்கள் உள்ளன. இவற்றுள் இரண்டை இங்குக் குறிப்பிடலாம். ஒன்று இரிடியம்; பேஞ முள் தேயாத படி நுனியில் தோய்க்கப்படுவது. மற்ருென்று ஓஸ்மியம் என்பது; இது இரும்பைப் போல் ஏறக்குறைய மூன்று மடங்கு கனமுடையது.

ஆனல் இவை, உலோகங்களில் 'செல்வர்' என்று சொல்லத்தக்கவை. இரும்பைப் போலவே ஏழை நிலையி லிருந்து எல்லோருக்கும் பயன்பட்டு வருகிற உலோகம், செம்பு. மின்சாரத்தை ஏற்றுச் செலுத்துவதற்கு வெள்ளிக்கு அடுத்தபடி செம்புக்கு இணையாக வேறு எந்த உலோகமும் இல்லை. உணவுப் பாத்திரமாக உபயோகமாகும் பொருட்டு செம்புடன் கலக்கவும், செம்புக்கு பூசவும் பயன்படுகிற உலோகம் ஈயம். ஈயத்தைப்

போலவே யுள்ளது, அதனினும் மட்டமானது, கரீயம்; நீர்க் குழாய்கள் போடவும், அச்செழுத்து வார்க்கவும் மிகுதியாக உபயோகமாவது.

லேசான உலோகம் என்றால் அலுமினியத்தைச் சிறப்பாகச் சொல்லலாம். இதைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு முன், இவ்வளவு லேசான உலோகம் இருக்க முடியு மென்று சொன்னால் நம்பத் தோன்றாது. அலுமினியம் இல்லை என்றால் இன்று ஆகாய விமானமும் அனேகமாய் இல்லைதான்.

உலோகம் என்றமாத்திரத்திலே அடுப்பில் வைக்கலாம், காய்ச்சலாம் என்று நினைக்கிறோம். ஆனால், உலோகமே தீப்பட்டு எரிந்து போகுமானால்?—போகாது என்றே சாதாரணமாய் நாம் கருதுவோம். எரிந்து போகிற உலோகம் ஒன்று இருக்கிறது. அது மக்னீஷியம்: விளக்கில் காட்டியவுடன் இது பற்றி எரிவது ஆச்சரியமல்லவா? இந்த யுத்தத்துக்கு முந்திய காலத்தில் தீபாவளி தோறும் குழந்தைகள் கொளுத்தி எரியவிட்ட மத்தாப்புக் கம்பியும் சுருளும் வெறும் மக்னீஷிய உலோகந்தான்.

மக்னீஷியமும் அலுமினியமும் லேசான உலோகங் கள். இவற்றினும் லேசானது, ஸோடியம் என்பது; இது தண்ணீரைவிட லேசானது. ஆனால், தண்ணீரைக் கண்ட வுடன், அதனோடு கூடிவிடுகிறது; பின்னர் ஸோடியத் தைக் காணமுடியாது. இதற் கினமாயுள்ளவை மூன்று: லிதியம், பொட்டாஸியம், கால்ஸியம், என்பன. மனித உடலின் சக்தியைப் பாதுகாக்கக் கால்ஸியச் சத்து இன்றி யமையாதது என்று நாம் டாக்டர்கள் மூலம் அறிந் திருக்கிறோம்.

அலுமினியம் பாத்திரமாக உபயோகப்பட்டு வருவ தற்குக் காரணம், அது கறுக்காமலிருப்பது. இத்தன்மை யில் அதற்குப் போட்டியாயுள்ளவை இரண்டு; இவை நிக்கெல், குரோமியம் என்பன. நிக்கெல் உபயோகப் படாத தொழில் இன்று இல்லை; எல்லா வேலைகளுக்கும், எல்லா இரசாயனத் தொழில்களுக்கும் இது வேண்டி யிருக்கிறது. நிக்கெல் காசு மறைந்து பித்தளைக் காசு வந்ததற்கும் இத்தேவையே காரணம்.

கறுக்காத எஃகுப் பாத்திரங்களைப் பார்த்து வருகிறோம். இவ்வெஃகு குரோமியம் கலந்த எஃகாகும். வெள்ளிப் பாத்திரங்களை மூலைக்கு அனுப்பிவிட்டு, இது பெருவாரியாக உபயோகத்துக்கு வந்துகொண்டிருக்கிறது.

எஃகுத் தொழிலில் பலவேறு பயன் கருதி உபயோகப்படும் உலோகங்கள் பல. கோபால்ட், மோலிப்டினம் என்பன சில. மாங்கனீஸ், வனேடியம் என்னுமிரண்டும் குப்பைத் தொழில் செய்யும் உலோகங்களென்று பெயர் பெறும். அதாவது, இவை, எஃகிலுள்ள அசுத்தத்தைப் போக்கும். எஃகுக்கு அளவில்லாத உறுதி தருவது டங்ஸ்டன் என்ற உலோகம்; வீடுதோறுமுள்ள மின்சார விளக்கில் எரிவது டங்ஸ்டன் கம்பி.

சில விசித்திரமான செயல்களைச் செய்யும் உலோகம் ஸெலெனியம்; இதன்மீது ஒளிபட்டால் மின்சாரம் உண்டாகும். இத்தன்மை கொண்டு, இருப்புப் பெட்டியைக் காக்கவும், மணியடிக்கவும் வேறு பல காரியங்களுக்கும் இதை உபயோகிக்கிறார்கள். சட்டைப்பையிலுள்ள சுருட்டுப் பற்றவைக்கும் கருவியில் பயன்படுவது ஸீரியம் என்ற உலோகம்.

உலோகம் என்றால் கட்டியாயிருக்குமென்றுதான் நாம் நினைப்போம். இதற்கு மாறானது பாதரசம்; திரவமாய்த் தண்ணீர் போல் ஓடக்கூடியது.

இவையெல்லாவற்றையும் விட, மிகவும் முக்கியமான ஓர் உலோகம் உள்ளது. அது உயிரைக் காக்கவும் அழிக்கவும் வல்லது என்றால் உண்மையேயாகும். நீக்குதற்கரிய பல வியாதிகளை ரேடியம் நீக்கும். ஆனால் இது எளிதாக உயிரையும் போக்க வல்லது. ரேடியம், யுரேனியம் முதலான சில உலோகங்கள் ஓர் இனமாயுள்ளன. இவை எந்நேரமும் ஓயாதபடி தங்கள் மூல அணுவைக் குலைத்துக் கொண்டிருக்கின்றன. இதனால் பிறக்கிற அணுச் சக்தி நோயைக் குணப்படுத்த உதவுகிறது; இதுவே அணுக் குண்டு செய்து, லக்ஷக்கணக்கான மக்களை அடியோடு நாசம் செய்யவும் உதவிற்று.

இப்படியாக, இன்று நாம் அறிய நேர்ந்த உலோகங்களும் பல, அவற்றின் இயல்புகளும் மிகப் பல. இவற்றையெல்லாம் ஆராயும்போது, உலோகமாகிய உலகம் மிகவும் விசித்திரமானது என்று சொல்வதில் ஒரு சிறிதும் மிகை இல்லை.

---

3. உலோகத் தாது

உலோகம்

'உலோகம் என்பது என்ன?' இதுவே முதற் கேள்வி.

எத்தனையோ வஸ்துக்களை நன்றாய் நாம் அறிவோம். ஆனால், அவற்றுக்கு இலக்கணம் சொல்ல முடியாது. அப்படிப்பட்டவற்றுள் உலோகமும் ஒன்று. உலோகம் என்றால் நமக்குத் தெரியும்; இரும்பு, செம்பு, பொன், வெள்ளி ஈயம் முதலியன பார்த்திருக்கிறோம். ஆனால் இவற்றுக்கு, இலக்கணம் வரையறை செய்வது அருமை.

உலோகம் என்பது தனியான ஒரு பளபளப்புடையது; நெகிழ்ச்சி யுடையது; நீளும் தன்மை கொண்டது; வெப்பமும் மின்சாரமும் ஏற்றுச் செலுத்த வல்லது—என்று பொதுவாகச் சில தன்மைகளைக் குறிப்பிட முடியும். ஆனாலும், இவ் வரையறைகள் எல்லா உலோகங்களுக்கும் பொருந்தமாட்டா; உலோகமல்லாத அலோகங்கள் சிலவற்றுக்கும் இவ்வரையறை பொருந்தக் கூடும். எனவே அனுபவத்தின் மூலமே இது உலோகம் இது அலோகம் என்ற அறிவு ஏற்படமுடியும்.

கரி, பிராணவாயு, கந்தகம், பாஸ்பரஸ் முதலானவை (கட்டி,. திரவம், வாயு முதலிய வெவ்வேறு ரூபங்களில்

உள்ளவை) அலோகம் என்னப் பெறும். மற்றவை உலோகங்கள்; இவற்றுள் பாதரசம் ஒன்று நீங்கலாக, மற்றவை யாவும் கட்டி ரூபத்தில்தான் உள்ளன.

உலோகமா அலோகமா என்று சொல்ல முடியாத தன்மைகளையுடைய வஸ்துக்களும் சில வுள்ளன; ஆண்டிமொனி, பிஸ்மத் முதலாயின இப்படிப் பட்டவை. ஆனால் இவை மிகவும் சொற்பம்.

உலோகத் தாது

பணமுடையவர்கள் இந்தக் காலத்தில் பணத்தை வீட்டில் இரும்புப் பெட்டியில் வைத்துப் பூட்டுகிறார்கள்; அல்லது பாங்கியில் போட்டு வைக்கிறார்கள். ஆனால், பண்டைக் காலத்தில், காகித நாணயம் என்பது இல்லாமல் எல்லாம் உலோகமாயிருந்தபடியால், பணத்தை ஒரு செம்பில் போட்டுப் பூமியில் புதைத்து வைத்தார்களாம்; 'பாடுபட்டுத் தேடிப் பணத்தைப் புதைத்து வைத்த கேடு கெட்ட மானிடரே' என்று ஒருவர் பாடுகிறார். தமக்கு வேண்டியபோது, புதைத்து வைத்ததைத் தோண்டி எடுத்துக் கொண்டார்கள். மக்களை யெல்லாம் பெற்ற தாயாகிய பூமியும் தன் செல்வத்தை மண்ணில் புதைத்தே வைத்திருக்கிறது. வயிரம் பொன் வெள்ளி போன்ற மதிப்பு மிகுந்த பொருளானாலும் சரி, இரும்பு நிலக்கரி பெட்ரோல் போன்ற உபயோகம் மிகுந்த பொருளானாலும் சரி, பூமி தன்னிடத்தே புதைத்துத்தான் வைத்திருக்கிறது.

இப்படிப் புதைத்து வைத்திருக்கும் இடத்தை நாம் சுரங்கம் (அல்லது கனி) என்று சொல்லுகிறோம்; ஆங்கிலத்தில் இது 'மைன்' என்று பெயர் பெறும். புதைக்கப்பட்டுள்ள பொருள் இந்த மைனிலிருந்து கிடைக்கிறபடியால் ஆங்கிலத்தில் இது 'மினெரல்' என்று பெயர் பெறுகிறது. இதை நாம் தாது (அல்லது உலோகத்தாது) என்று சொல்லுவோம். இத்தகைய சுரங்கச் செல்வம் உலோகம் சம்பந்தப்பட்டதா யிருந்தாலும் இருக்கலாம், (உலோகமல்லாத) அலோகம் சம்பந்தப்பட்டதா யிருந்தாலும் இருக்கலாம். பொன், வெள்ளி, இரும்பு முதலியன

தருவது, உலோகம் சம்பந்தப்பட்ட சுரங்கச் செல்வம். வயிரம் கந்தகம் முதலியன தருவது அலோகம் சம்பந்தப் பட்ட சுரங்கச் செல்வம். இருவகைச் செல்வத்தையும் நாம் இங்குத் தாது (ஆங்கிலத்தில் மினெரல்) என்றே சொல்வோம்.

சுரங்கச் செல்வம் என்பது, உலகத்தில் எங்கும் ஒரே மாதிரியாக அமைந்து விடவில்லை. எனினும், இந்தியர் களாகிய நாம் மிக்க பாக்கியம் செய்தவர்கள். உண்ண உணவும் உடுக்க உடையும் நமக்குக் குறைவற உதவிய பூமகள், இந்தச் செல்வத்தையும் நமக்குச் சுமாரான அளவில் உதவியிருக்கிறாள்.

என்றும் போல் இன்றும், மக்கள் நாகரிகத்திற்கு எலும்புச் சட்டகமாக அமைந்திருப்பது இரும்புதான். ஆயினும் இந்த நூற்றாண்டில், எத்தனையோ புது வகை யான உலோகங்கள் உபயோகத்துக்கு வந்துள்ளன. ஆரம்பத்தில் விசித்திரம் என்று கருதிய சில வஸ்துகளும் உலோகங்களும் அளவற்ற உதவி செய்பவையாயிருக்கின் றன. உலகமெங்கும் எத்தனையோ ஆராய்ச்சியாளர்கள், இயற்கையின் தன்மை யாது என்று, வேறு பயன்கருதாது, உண்மையை மட்டும் நாடிச் சென்றதன் பயனாகத்தான், இவையெல்லாம் இன்று கிடைத்துப் பயன்படுவது சாத்திய மாயிருக்கிறது.

சுரங்கத்தி லிருந்து நாம் உலோகத்தை நேரே எடுத்து விடவில்லை; உலோகத் தாது தான் எடுக்கிறோம். இத் தாது என்பதென்ன? பலர் பலவகையாக இதற்கு இலக்கணம் சொல்லி யிருக்கிறார்கள். 'உயிர்ச் சம்பந்தம் இல்லாத ஒரு வஸ்து; இதற்குத் திட்டமான இரசாயன அமைப்பு உண்டு; இதுவே தாது' என்று சிலர் கூறு கிறார்கள். இவ் விலக்கணம் முழுமையும் பொருந்து மென்று கருத வியலாது. ஏனெனில் உயிர்ச் சம்பந்தமுள்ளவையும் தாதுகளாகக் கிடைக்கின்றன; சில தாதுக்களின் இரசா யன அமைப்புத் திட்டமாயில்லை, மாறுவதாயு மிருக்கிறது. எனவே, வரையறை வகுப்பது கடினம்; இயற்கையில் எவ்வித வரையறையு மில்லை யல்லவா? விளையாட்டுச் சாமான் என்ன வென்பது குழந்தைக்கு நன்றாய்த்

தெரியும். ஆனால் விளையாட்டுச் சாமானுக்கு இலக்கணம் சொல் என்றால் குழந்தை என்ன செய்யும், பாவம்? அது போலத்தான், இயற்கையன்னையின் குழந்தைகளாகிய நமக்கு, இயற்கை என்ன பொருள் தருமென்பது தெரியும், இலக்கணம் கூறத்தான் தெரியாது.

தாது எடுப்பதற்காக, பாறையையே குடைந்து சுரங்கம் தோண்டுகிறார்கள். எடுப்பதும் பாறைதான். அப்படியானால் பாறை என்றால் என்ன? தாதுக்களின் தொகுப்பு என்று சொல்வதுண்டு. இதுவும் முழுவதும் சரியாகாது. சுக்கான் போன்ற சில பாறைகள், தாதுக்களின் தொகுப்பல்ல, ஒரே தாதுவாலானவை. இயற்கையில், பூமியின் மேற்புறணியில் திட்டமான ஒரு பகுதியாக அமைந்த தெதுவும், தரை நூல் வல்லார் கருத்தின்படி, பாறைதான். கற்பலகை, கூழாங்கல், கருங்கல் என்பன எப்படிப் பாறைகளோ, அப்படியே அவர்களுக்குக் களிமண்ணும் மணலுங் கூடப் பாறைகளே.

பாறைகளில் மூன்று வகைகளைக் குறிப்பிடலாம். ஒன்று தழற்பாறை; இரண்டு, வண்டற்பாறை; மூன்று, மாற்றுப்பாறை. பூமியின் மத்திய பாகத்திலிருந்து உண்டான உருகிய கற் குழம்பு உறைந்ததனாலுண்டானது, முதலாவதான தழற்பாறை. உருகிய கற்குழம்பைத் தரை வல்லார் கற்குழம்பு (ஆங்கிலத்தில் மாக்மா) என்றே கூறுவார்கள். வெயில் காற்று மழையால் இப்பாறைகள் பிளந்து உடைந்து, மழை நீரால் அரிக்கப்பட்டு இப்பால் வருகின்றன. வந்து களிமண் அல்லது மணல் படுகையாகி, பின்னர் மிக்க அழுத்தம் காரணமாய் இறுக்கப்பெற்று, மாக்கற்பாறை, கூழாங்கற்பாறை போன்றனவாகின்றன. இவை வண்டற் பாறைகள்; இவற்றுக்கு முக்கிய காரணம் நீரோட்டம். இவையே பின்னர் மேலும் இறுகி நெருங்கி, கற்பலகை, கூழாங்கல், தகட்டுப்பாறை போன்றனவாகின்றன. இவை மாற்றுப் பாறை எனக் கூறப்பெறும்.

கருங்கல்லானது, தழற்பாறை. இத்தழற்பாறையே பிற இருவகைப் பாறைகளுக்கும் காரணமாவது. இதில், ஸிலிகன் டையாக்ஸிஸ்டு என்ற ஸிலிகா (ஒருவகைக் கூழாங்கல்) கரையாமல் தனித்து உறைந்திருக்கும். இது

பற்றி இது தழற்காடிப் பாறை (காடி—திராவகம்) எனவும் பெயர் பெறும். மற்ருெரு வகைப் பாறையில் ஸிலிகா குறைவு; இது மூலத் தழற்பாறை என்று பெயர் பெறும். இவ்விரண்டுக்கும் நடுத்தரமாயுள்ள பாறை, மத்திய தழற் பாறை என்று பெயர் பெறும்.

உலோகத் தாது தேடுபவருக்கு, பாறைகளைப் பற்றிய திட்டமான அறிவு இருப்பது மிக்க அவசியம். உதாரண மாக ஈயத் தாதுக்கள், கருங்கற் பாறையை யடுத்தே காணப்படும். ஆனால், குரோமியத் தாது இயற்கையில் மூலத் தழற்பாறையை யொட்டியே காணப்படும். எனவே, ஈயமுள்ள இடத்தில் குரோமியம் தேடிப் பய னில்லை என்ற அறிவு, பாறைகளைப் பற்றித் தெளிவாய் அறிந்தால்தான் உண்டாக முடியும்.

பூமியின் மத்தியி லிருந்து வரும் கற்குழம்பி லிருந்து, ஈயம், செம்பு, டங்ஸ்டன், காரீயம், வெள்ளி, பொன் முதலான பல்வேறு உலோகங்களின் தாதுக்களைத் தாங்கி வெளிப்படும் வாயுக்கள், குளிர்ந்த இடத்தையோ, கீழ் நோக்கிச் செல்லும் நீரையோ எதிர்ப்பட்டால், அங்கு இத் தாதுக்களை விட்டுச் செல்வதுண்டு. சில தாதுக்கள் வெப்பமும் அழுத்தமும் அதிகமான அதி வெப்ப நிலை யில் கிடைக்கும்; சில, வெப்பமும் அழுத்தமும் குறை வாயுள்ள குறை வெப்ப நிலையில் கிடைக்கும்; சில நடுத்தர வெப்பமும் அழுத்தமுமுள்ள இடை வெப்ப நிலையில் காணப்படும்.

பூமிக்குள் ஓடும் நீரானது, மேலுள்ள தாதுக்களைக் கரைத்து, வேறிடம் கொண்டு போய் அங்குள்ள பாறை களில் காணும் பிளவுகளில் தங்கச் செய்யவுங் கூடும்; சுக்கான் பாறையைக் கரைத்து, அவ்விடத்தில் இரும்பு, மாங்கனீஸ் போன்றவற்றின் தாதுக்கள் உண்டாகச் செய்யலாம்.

மேலே ஓடும் ஆறுகள் பொன்களைத் தாங்கி வருவதை நாம் கேள்விப்பட்டிருக்கிறோம். காவேரிப் பொன் மிகவும் பிரசித்தமானது. காற்று மழை வெயிலில் அடிக்கப்பட்ட இடத்திலிருந்து ஆறுகள் ஈயம், வெள்ளி, பொன்

முதலான உலோகத் தாதுக்களை அடித்துக் கொண்டு வந்து வேறிடத்தில் குவிப்பது சாமானியமாய் நிகழும் நிகழ்ச்சி.

முற்காலத்தில் கடல் இருந்து பின்னர் சுவறிப்போன இடத்தில் பல வகையான உலோகத் தாதுக்கள் கிடைப்ப துண்டு. இவை முன்னர் கடல் நீரில் கலந்திருந்து, நீரற்ற பின், தரையில் பாறையாக உறைந்துள்ளன. உப்பு, பொடாஸ்ஸியம் மக்னீஷியத் தாதுக்கள் முதலாயின இப்படிக் கிடைக்கும். உப்பு, சில இடங்களில் ஆயிரம் அடி ஆழ முள்ள பாறையாகக் கிடைப்பது முண்டு.

மேற் கூறியவை உலோகத் தாதுக்கள் அமைவதற்கான சில வழிகள். சில உலோகங்கள் மிகவும் கொஞ்சமே கிடைத்தாலும், அல்லது உபயோகப்பட்டாலும், அளவற்ற பயன் தருபவை. ரேடியத் தாதுக்கள் இதற்குச் சிறந்த உதாரணம். எஃகில் நூற்றிலொரு பங்கிலும் குறைவாக வனேடியம் சேர்த்தால், எவ்வளவோ மேலான உறுதி எஃகுக்கு உண்டாகிறது. அப்படியே குளிர் நாடுகளில், காரீயத்தாலான தண்ணீர்க் குழாய்கள் பனியால் வெடிப்பதைத் தடுக்க, காரீயத்தில் 2000 இல் ஒரு பங்கு தெல்லூரியம் என்ற உலோகம் கலந்தால், வெடிப்பதை நிறுத்தப் போதுமானதா யிருக்கிறது. சொற்ப டங்ஸ்டன் உலோகம் ஆயிரக் கணக்கான மின்சார விளக்குக் கம்பி களில் நின்று எரிந்து உலக முழுதும் ஒளி தருகிறது.

இப்படி எத்தனையோ உலோகங்கள் உள்ளன. எல்லாம் தாது ரூபத்தில்தான் நாம் முதலில் அறிகிறோம். பொன்னும் வெள்ளியும் எவ்வளவோ விலை மதிப்புடையனவா யிருந்தபோதிலும், இவற்றின் உபயோகம் குறைவு தான். உலோகத்தாது சம்பந்தமான ஆராய்ச்சியும் அறிவும் பெருகப் பெருக, மக்கள் நல்வாழ்வுக்கு வேண்டிய எத்தனையோ அம்சங்கள் வளருமென்பது நிச்சயம்.

உலோக உற்பத்தி எப்போதுமே பெருகி வருகிற தென்று சொல்ல முடியாது. முக்கியமான சில உலோகங்களின் உற்பத்தி பற்றிய உத்தேச விவரங்களைக் கீழே காணலாம்:

உலோகம்	ஆயிரம் டன் கணக்கில்		
வருஷம்	1928	1932	1938
நிக்கெல்	50	10	110
ஈயம்	180	100	160
குரோமியத் தாது	420	300	1100
செம்பு	1680	850	2060
துத்தநாகம்	1620	950	1840
காரீயம்	1650	1150	1780

எங்குமே பொருளாதார மந்தம் ஏற்பட்டிருந்த காலத்தில் இவ்வுலோகங்களின் உற்பத்தியும் குறைந்துபோய் விட்டது தெளிவாய்த் தெரிகிறது.

படிகம்

உலோகத் தாதுக்கள் பெரும்பகுதி படிக ரூபத்தில்தா னுள்ளன. படிகம் என்பது, திட்டமான உருவம் உடையது; அதாவது நேரான ஓரம், அடுக்கு முதலியன கொண்டது. பெரியதா யிருந்தாலும் சிறியதா யிருந்தாலும், உருவ அமைப்பு ஒன்ருகவே யிருக்கும். மேஜை என்ற மாத்திரத்தில், சிறியதா யிருந்தாலும் பெரியதா யிருந்தாலும், உருவத்தைப் பார்த்த வுடனே அடையாளம் கண்டுபிடிக்கலா மல்லவா? படிகம் என்பதும் அதுபோலவே உள்ளது. கடலுப்புக்கட்டி ஒன்றைப் பார்த்தால் இது விளங்கும். தனியான உப்புக்கட்டி ஒன்று, முழுக் கன சதுரமா யிருக்கும். ஒழுங்கான கூர்மையான ஓரம். இதை உப்பின் படிகம் என்று சொல்வோம். இப்படியே, சர்க்கரைத் தூள் (அஸ்கா சர்க்கரை) ஒன்றைப் பார்த்தாலும், தெளிவான உருவம் இருப்பது புலப்படும். சர்க்கரைப் படிகத்தின் உருவம், உப்புக்குரிய கட்டி அல்லது படிகத்தின் உருவத்தாலும் வேருனது. இப்படியே பல வஸ்துக்களுக்குத் தனித் தனியான திட்டமான படிக உருவம் உண்டு; பெரும்பான்மையான உலோகத் தாதுக்களுக்கு இந்த உருவம் இருக்கும். படிகம் எல்லாமே பளபளப் புடையன.

இப் படிகத்தின் தன்மைபற்றிய ஒரு செய்திமட்டும் இங்குக் குறிப்பிடத்தக்கது.

உயிர்களின் தோற்றம் நால்வகை என்று நம்மவர் கூறுவார்கள். இவை பாஷாணம் (அதாவது கல்), தாவரம், மிருகம் (பறவை முதலியன), மனிதர் என்பன. கல்லும் ஒரு பிறப்பு என்று நம்மவர் கருதியது இங்குக் குறிப்பிடத் தக்கது. பலவகைப் பிறப்புக்களையும் சொல்லுமிடத்து, மாணிக்கவாசகர் 'கல்லாய் மனிதராய்...........இத்தாவர வரசங்கமத்துள், எல்லாப் பிறப்பும் பிறந்து இளைத்தேன்' என்று கூறுகிறார். சிறந்த வங்க விஞ்ஞானக் கலைஞான ஜகதீச சந்திரபோசும், கல்லுக்கும் உயிருண்டென்றே கருதவேண்டும் என்று பலவகையான சோதனைகளாலும் ஆராய்ச்சிகளாலும் விளக்கிக் காட்டினார்.

புரொபஸர் ஜட் என்ற தரைநூற் புலவரும் இவ் வுண்மையைத் தெளிவாய்க் குறிப்பிட் டிருக்கிறார். உயிர் வாழ்தல் என்பது என்ன? குறித்த ஒன்று, தனது தனி யான தன்மையை மாற்றிக்கொள்ளாமல், தனது புறக் கட்டுக்கோப்பையும் அகத் தொகுப்பையும் திட்டமான கிரமமான வழிகளில் மாற்றிக்கொண்டே வருகிறது; அதனிடத்து இவ்வாறு நிகழ்கிற தொடர்பான நிகழ்ச்சி களையே உயிர் வாழ்தல் என்று கூறுகிறோம். இந்த வரை யறையைப் பொருத்திப் பார்த்தால், படிகமும் (அதாவது கல்லும்) உயிர் வாழ்கிறது என்றே சொல்லவேண்டும். படிகமொன்று திட்டமான கிரமமான வழிகளில் தொடர் பாக மாறிவருகிறது அல்லது வளர்கிறது; அகத் தொகுப் பும் புறக் கட்டுக்கோப்பும் இப்படி மாறுகின்றன; ஆனால் படிகத்தின் தனித் தன்மை மாறுதல் அடையவில்லை. எனவே, இது உயிர் வாழ்கிறதென்று கூறுவதில் என்ன தடை?

சில தன்மைகள்

உலோகத் தாதுக்களில், காந்த சக்தி ஏற்பன சில வுள்ளன. இரும்பு காந்த சக்தி ஏற்கும். காந்தக் கல் (ஆங் கிலப் பெயர் மாக்னிடைட்) என்பது இரும்பு தரும் உலோகத் தாது; இது ஓர் இரும்பு ஆக்ஸைடு. மாக்னீஸ் என்ற கிரேக்கர், நடந்துபோன ஒரு சமயம், அவர் கால் செருப்பின் ஆணிகளும் கைத்தடி முனையிலிருந்த இரும்புக் குமிழும் தரையில் ஒட்டிக்கொண்டனவாம். இத் தரையில்

இருந்த தாதுதான் பின்னர் அவர் பெயரை யொட்டி மாக்னிடைட் என்று பெயர் வைக்கப்பட்டதென்று பிளினி என்ற கிரேக்க ஆசிரியர் கூறுகிருர். (மாக்னெட்-காந்தம்.) இந்தக் காந்தக் கல்லும் வேறு பல இருப்புத் தாதுக்களும் காந்த சக்தி மிக அதிகமாய் ஏற்கும். வேறு சில குரோமியத் தாதுக்கள், தோரியத் தாதுக்கள், டங்ஸ்டன் தாதுக்களும் நன்ருகவே காந்த சக்தி ஏற்கும். மோனஸைட் என்ற ஸீரியத் தாது முதலியன மிகமிக அற்பமாய்க் காந்த சக்தி ஏற்கும். சில தாதுக்களை நெருப்பில் காய்ச்சிஞல், அதிக மாய்க் காந்தம் ஏற்குமாம். காந்தம் ஏற்காத தாதுக்கள் மிகப்பல.

மின்சாரத்திலும், இப்படியே சில ஏற்கும், சில ஏற்கமாட்டா. எல்லா உலோகங்களும் ஏற்கும்; கிராபைட் என்ற கரியும் மின்சாரம் ஏற்கும்; துத்தநாக ஸல்பைடான பிளெண்டு என்பது தவிர, மற்ற ஸல்பைடு கள் யாவும் மின்சாரம் ஏற்கும். இந்த ஸல்பைடு, வேறு பல தாதுக்கள் என்பன மின்சாரம் ஏற்கமாட்டா.

ரேடியத் தொழிற்பாடு (அல்லது கதிர் வீச்சு) உடைய உலோகங்கள் ரேடியம், யுரேனியம், தோரியம் என்பன; இவற்றின் தாதுக்களும் ரேடியத் தொழிற்பாடுடையன.

---

4. உலோகங்கள் கிடைக்கும் விதம்

உலோகங்கள் நமக்குக் கிடைப்பதற்கான வழிகள் மிகக் குறைவுதான். சுரங்கங்களிலிருந்து உலோகம் கிடைக்குமென்பதை நாம் அறிவோம். வானத்திலிருந்து விழும் ' விண் வீழ் கட்டி 'களிலிருந்தும் உலோகங்கள் பல கிடைப்பதுண்டு.

வட அமெரிக்காவுக்கு வடக்கே, வெறும் பனிக்கட்டி நிறைந்த நாடாகிய கிரீன்லாந்து என்ற நாட்டில் பெரிய விண் மீன் கட்டி யொன்று விழுந்து கிடந்தது. அது எக்காலத்தில் விழுந்ததென்பது ஒருவருக்கும் தெரியாது. விழுந்த வேகத்தில், அக் கட்டி பாதி மண்ணுக்குள் புதையுண்டு போயிற்று. அந் நாட்டிலிருந்த எஸ்கிமோ சாதி மக்கள் இக் கட்டியில் சிறு சிறு பகுதிகளை உடைத்தெடுத்து, நூறு ஆண்டுகளுக்கு மேலாகத் தங்களுக்குத் தேவையான ஆயுதங்களும், கருவிகளும் செய்து கொண்டு வந்தார்கள். ராபர்ட் பியரி என்ற அமெரிக்கக் கப்பற் படைத் தளபதி யொருவர் அந்நாட்டுக்கு 1894இல் வந்த போது, அந்நாட்டு மக்கள் இந்தக் கட்டியை அவருக்குக் காட்டினார்கள். பிறகு அமெரிக்கா தேசம் பொறுக்குமா? இதைப் பெயர்த்தெடுத்து, நியூயார்க் நகரிலுள்ள பொருட் காட்சிச் சாலைக்குக் கொண்டுவந்து விட்டார்கள். எஸ்கிமோ மக்கள் உடைத்தெடுத்தது போக, மிச்சமிருந்த கட்டியின் எடை 37 டன்.

இவ்வளவு பெரிய கட்டிகள் சாதாரணமாய் வானத்திலிருந்து விழுவதில்லை. இக் கட்டி முழுவதும் இரும்பாயிருந்தது. இப்படி விழும் கட்டிகளில் நூற்றுக்கு 8 வீதம் நிக்கெல் கலந்திருப்பதுண்டு; சிறிதளவு 'கோபால்ட்' என்ற உலோகமும் காணப்படும். இப்படி எளிதாக உலோகம் கிடைத்த காரணமாய், பண்டைக்காலத்து மக்கள் இக் கட்டிகளைத் தேவர்கள் தந்த வரப்பிரசாதமென்று கருதியதில் வியப்பில்லை.

ஆனால், இரும்பு வேண்டுமென்றால் இக் காலத்தில் விண்மீன்கட்டிகளை நம்பி யிருக்க முடியாது. விண் மீன் கட்டி எங்கு விழுமோ, எப்போது விழுமோ, விழுந்து எந்தக் கட்டிடத்தை உடைக்குமோ, சொல்ல முடியாது.

செம்பும் சில சமயம் தனி உலோகமாய்க் கிடைத்திருக்கிறது. வட அமெரிக்காவிலுள்ள ஓர் ஏரியில் பெரிய செப்புக் கட்டிகள் காணப்பட்டன. மற்றோரிடத்தில் கிடைத்த பெரிய கட்டியொன்று 420 டன் எடையிருந்தது. ஆனால், ஆண்டு தோறும் உபயோகமாவது சுமார் 2 லட்சம் டன் செம்பு. எனவே, 420 டன் எடையுள்ள

பெரிய கட்டி ஒன்று கிடைத்ததனல் விசேஷ லாபம் எதுவு மில்லை.

உலோகங்கள் யாவும் பெரும்பான்மையும் உலோகத் தாதுக்களாகவே சுரங்கங்களில் கிடைக்கின்றன. தாது என்பது, உலோகமும் வேறு சில தனிப் பொருள்களும் இயற்கையிலேயே இரசாயன முறையில் ஒன்ருய்க் கூடியுள்ள நிலை. தோற்றத்தில் உலோகத் தாதுக்கும் உலோகத்துக்கும் எவ்வித சம்பந்தமும் இராது. பார்வைக்கு வெறுந் தூளாக எவ்விதப் பிரகாசமு மில்லாமலுள்ள தாதுக்களிலிருந்து, ஒளியும் உறுதியும் உடைய உலோகங்களைப் பெற முடியும் என்பது எளிதில் நம்பமுடியாமல் தான் இருக்கிறது. உதாரணமாக, துருசு என்பது நீல நிறமான பளிங்கு போன்ற கட்டி: பொடி பண்ணினல், நீல நிறமெல்லாம் போய் வெறும் வெள்ளைத் தூளாகி விடுகிறது. சிவந்த நிறமும் வலிவும் உடைய செம்பு என்ற உலோகம் இத் துருசினுள் அடங்கி யிருக்கிறதென்ருல், எளிதில் இதை நம்பத் தோன்றுமா? இப்படிப்பட்ட பொருள்களே உலோகத் தாதுக்கள். இவற்றைப் பல இரசாயன முறைகளுக்குட்படுத்திய பின்னர் தான் உலோகம் வெளிப்படுகிறது.

பூமியின் மேற்பரப்பில் பத்து மைல் ஆழத்துக்குள் என்னென்ன பொருள்கள் எவ்வளவெவ்வளவு இருக்கின்றன என்று கண்டறிவதற்காக 1924இல் இரண்டு அமெரிக்க விஞ்ஞானிகள் ஓர் ஆராய்ச்சி நடத்தினர்கள். பூமியை ஒரு நாரத்தம் பழமென்று வைத்துக்கொள்வோம்; பழத்தைச் சுற்றிலும் கனமான தோல் இருக்கிறது; தோலின் கனம் இங்கே பத்து மைல்; இந்தப் பத்து மைல் கனத்திலுமுள்ள பொருள்களை அறிவதே அவர்களுடைய ஆராய்ச்சி. இந்தத் தோலிலடங்கிய பொருளின் மொத்த எடை 17 ஆயிரம் கோடி கோடி டன்; அதாவது டன் கணக்கில் 17க்குப் பிறகு 18 சுன்னமுள்ள எண். இந்த விஞ்ஞானிகள் இதன்பொருட்டு ஐயாயிரத்துக்கு மேற்பட்ட இடங்களிலுள்ள பாறைகள் முதலியவற்றைக் கொண்டு ஆராய்ந்து ஒருமுடிவுக்கு வந்தார்கள். நாரத்தம் பழத்துக்குத் தோல் அமைந்திருப்பது போல் பூமிக்கு

உள்ள பகுதியைப் புறணி என்று சொல்வோம். இந்த மேற் புறணியில் பின்கண்ட பொருள்கள் பின்வரும் வீதப்படி அடங்கி யிருக்கின்றன என்பது அவர்கள் ஆராய்ச்சியின் முடிவு:—

தனிப்பொருளின் பெயர்	பதினாயிரத்தில் இத்தனை பங்கு என்பது
ஆக்ஸிஜன் (பிராணவாயு)	4646
ஸிலிகன்	2761
அலுமினியம்	807
இரும்பு	506
கால்ஸியம்	364
பொடாஸ்ஸியம்	258
மக்னீஷியம்	207
டைடேனியம்	62
ஹைட்ரோஜன்	14
பாஸ்பரஸ்	12
கரி (கார்பன்)	9
மாங்கனீஸ்	9
கந்தகம்	6

இந்தக் கணக்கின்படி பார்த்தால், பூமியின் புறணியில் ஏறக்குறைய பாதி பிராணவாயு; ஸிலிகன் கால் பங்கு. அலுமினியம், இரும்பு முதலியனவும் அதிகமாக இருக்கின்றன. அபூர்வ உலோகமாகிய டைடேனியம் என்பதும் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. ஆனால், பழக்கமான உலோகங்களான செம்பு, காரீயம் முதலியன அதிகமாய்க் காணப்படவில்லை; செம்பு பதினாயிரத்தில் ஒரு பங்கு; காரீயம் ஐம்பதினாயிரத்தில் ஒரு பங்குதான்.

இக் கணக்கு, பூமியின் மேற்புறணி மட்டும் சம்பந்தபட்டவரையிலாகும். பூமி, அதைச் சூழ்ந்த காற்று, கடல் ஆகிய எல்லாம் சேர்த்துக் கணக்கிட்டு மிருக்கிறார்கள். அக்கணக்கு பின்வருவதாகும்:

தனிப்பொருளின் பெயர்	பதினாயிரத்தில் இத்தனை பங்கு என்பது
ஆக்ஸிஜன்	5002
ஸிலிகன்	2580
அலுமினியம்	730
இரும்பு	418
கால்ஸியம்	322
ஸோடியம்	236
பொடாஸ்ஸியம்	228
மக்னீஷியம்	208
ஹைட்ரொஜன்	95
டைடேனியம்	43
குளோரின்	20
கரி	18
மொத்தம்	9900

பூமியின் மேற்புறணியில் இந்தக் கணக்கின்படி பார்த்தால், சில உலோகங்கள் ஏராளமாயிருப்பது தெரிகிறது; ஆனால், இவை இருந்தால் மட்டும் போதாது, எளிதில் பிரித்து எடுக்கத் தக்கவையாயிருந்தால்தான் பயனுண்டு. உதாரணமாக, பசிபிக் சமுத்திரத்தினடியில் ஏராளமான உலோகத் தாதுக்கள் இருக்கின்றன என்றால் பயனுண்டா? வட துருவத்திலும் தென் துருவத்திலும் இருக்கின்றன என்று சொல்லக்கூடிய சுரங்கங்களைக் காட்டிலும், நமக்கருகில் கோலாரிலுள்ள சுரங்கத்தால் எவ்வளவோ பயனுண்டு. தவிரவும், குறித்த ஓர் உலோகத்தின் தாதுக்கள் பெருந் தொகுதியாய் ஒரு சுரங்கத்தில் கிடைக்குமானால், எடுத்துப் பயன்படுத்திக் கொள்ள எல்லோரும் தயாரா யிருப்பார்கள். அதுவே உலகத்தில் பல இடங்களிலுள்ள பல சுரங்கங்களில் கொஞ்சம் கொஞ்சமாய்க் கிடைக்குமென்றால், அதைத் தேடியெடுக்க முன் வருவோர் அரியர்.

இதற்கு ஓர் உதாரணத்தைச் சொல்லலாம். மேற்கு ஆப்ரிக்காவில், சில சிற்றாறுகளின் வண்டல் மண்ணில் பொன் இருக்கிறது. அவ்விடத்து ஆளொருவன் அப்

பொன்னைச் சேகரிக்க முயன்ருனால், அவனுக்கு எளிதில் தினம் நாலைந்து ரூபாய் மதிப்புள்ள பொன் சேகரிக்க முடியும். ஆனால், அதே வேலையை ஆயிரக் கணக்கான தொகை செலவழித்து பெரிய பெரிய தளவாடங்களையும் யந்திரங்களையும் அமைத்துக்கொண்ட ஒரு கம்பெனி செய்யத் தொடங்குமானால், செலவுக்கும் ஆதாயத்துக்கும் கட்டாமல், நிச்சயம் நஷ்டந்தான் வரும். கடல் நீரில் பொன் இருக்கிறது. ஒரு மைல் நீளம், அகலம், ஆழமுள்ள நீரில் சுமார் 50 லட்சம் பவுன் மதிப்புள்ள பொன் இருக்கிறதாம். ஆனால், இதைத் தனிப்படுத்தி எடுப்பதற்கு இதைப்போல் ஐந்து மடங்கு செலவு பிடிக்கிறது. ஹேபர் என்ற ஜெர்மானிய விஞ்ஞானியொருவர் 1918இல் இப் பொன்னை எடுக்க முயன்ருர். அவர் முயற்சி வெற்றி பெறவில்லை.

கிடைக்கிற தாதுக்களில் சிலவற்றிலிருந்து உலோகத்தை எளிதில் பிரிக்க முடிகிறது; சிலவற்றைப் பெருஞ் செலவில் தான் பிரிக்க முடிகிறது. இரும்பை எளிதில் எடுத்துவிட முடிகிறது. இதனால்தான் அதன் விலையும் மலிவாயிருக்கிறது. ஆனால், அலுமினியம் அப்படி எளிதாக எடுக்க முடியவில்லை. பூமியின் புறணியில் அலுமினியம் ஏராளமாய் இருக்கிறது. களிமண்ணில் கால்பங்கு அலுமினியம்தான்: ஸிலிகன், பிராணவாயு, இரும்பு, கால்ஸியம், மக்னீஷியம் முதலியவற்ருேடு கூடித்தான் அது காணப்படுகிறது. சுமார் நூறு கூடை களிமண்ணில் ஓர் ஆகாய விமானம் செய்வதற்கு வேண்டிய அலுமினியம் கிடைக்கும். ஆனால், அதைப் பிரித்தெடுப்பதற்குத் தான் மிக்க செலவு பிடிக்கிறது.

உலகத்திலே சில இடங்களில்தான் உலோகத் தாதுக்கள் ஏராளமாய்க் கிடைக்கின்றன. ருஷ்யாவிலுள்ள யூரல் மலைகள், வட அமெரிக்கா, மெக்ஸிகோ, ரொடீஷியா முதலியவை சில முக்கியமான இடங்கள்.

பிராணவாயு கந்தகம் முதலியவற்றுடன் கலந்து, உலோகத் தாதுவாகத்தான் உலோகங்கள் கிடைக்கும்; தனி உலோகமாய்க் கிடைப்பதில்லை. தாதுக்கள்கூட கப்பி மண், சுக்கான், களிமண், கல் முதலியன சேர்ந்தே காணப்

படுகின்றன. சில தாதுக்களில் உலோகம் அதிகமுண்டு. சிலவற்றில் உலோகம் குறைவு. இரும்புத் தாதுக்களில் நூற்றுக்கு இருபது வீதம் இரும்பு கிடைத்தாலும், அது சொற்பமென்றே கொள்ளப்படும். ஆனல், ஈயத் தாதுக்களில் நூற்றுக்கு இரண்டு வீதம் கிடைத்தாலும் அதுவே அதிகம். செம்பு இரண்டு வீதமும் நிக்கெல் மூன்று வீதமும் கிடைக்கும். ரேடியம் என்ற உலோகம் மிக்க அபூர்வமானது; நான்கு லட்சத் தாதுவில் ஒரு பங்கு உலோகம் கிடைத்தாலே ஏராளம்.

தாதுக்களைச் சேகரிப்பது பல வகை. பூமியில் ஆழமாகத் தோண்டி அதன் வழியே உட்புகுந்து சுரங்கத்தினுள் சென்று தாதுக்களை வெடிமருந்து வைத்து வெடிக்கச் செய்து வெளியே கொண்டுவருவது முக்கியமான சுரங்க வேலை. தென் ஆப்பிரிக்கா தங்கச் சுரங்கங்கள் சுமார் 2000 அடி ஆழத்திலிருக்கின்றன. பிரேஸில் வெள்ளிச் சுரங்கங்கள் 8000 அடி ஆழமுள்ளவை. பூமியின் மேல் மட்டத்திலே உலோகத் தாதுக்கள் கிடைக்குமானல், மலையில் கல் உடைத்து எடுப்பதுபோல, இவற்றையும் எளிதில் பெயர்த்தெடுத்துக்கொள்ள முடியும். மலேயாவில் சில ஏரிகளின் அடியில் ஈயத் தாதுக்கள் உள்ளன. இவற்றை விசேஷ யந்திரங்களைக்கொண்டு நீரினுள் மூழ்கிச் சென்று வாரி எடுக்கிறார்கள்.

தாதுக்களில் பெருவாரியாயுள்ள மண் முதலியவற்றை நீக்குவதற்காகச் சுக்கானைச் சேர்த்து உருக்குகிறார்கள். அதிக உஷ்ணத்தினல், சுக்கானும் மண்ணும் சேர்ந்து உருகிக் குழம்பாகி, உருகின உலோகத்திலிருந்து தனியே பிரிந்துவிடுகின்றன. உலோகம் கொஞ்சமாயுள்ள தாதுக்களில் வேறொரு முறை கையாளுகிறார்கள். இது தற்செயலாய்த்தான் தெரியவந்தது. காரீயச் சுரங்கத்தில் வேலைசெய்த தொழிலாளியொருவனுடைய மனைவி அவன் சட்டைகளைச் சவுக்காரம் போட்டுக்கொண்டிருந்தாள். அப்போது அதில் வந்த நுரை யெல்லாம் ஒரே கறுப்பாயிருந்தது. கவனித்துப் பார்த்தபோது, எல்லாம் காரீயத் தூள்; இது நுரையில் மிதந்தது. இதை ஒருவன் கண்டான். இதிலிருந்து புதிய முறை உண்டாயிற்று.

இக் கதை அமெரிக்காவில் நடந்ததென்று அமெரிக்கரும் இங்கிலாந்தில் நடந்ததென்று பிரிட்டிஷ்காரரும் சொல்லிக் கொள்வார்கள்.

தாதுக்களை நுட்பமாய்ப் பொடிபண்ணிச் சோப்பு முதலியவற்றைக் கலந்து நுரைக்கச் செய்து கலக்கிக் கொண்டே இருப்பார்கள். நுரையில் உலோகத்தூள் மிதக்கும். அதை அடிக்கடி வழித்தெடுத்து விடுவார்கள். இதற்கு மிதப்பு முறை என்பது பெயர்.

பெரும்பாலும் உலோகங்கள் பிராண வாயுவுடன் கூடி 'ஆக்ஸைடு'களாகத்தான் காணப்படுகின்றன. இவற்றைக் கரித்தூளோடு சேர்த்துக் காய்ச்சும்போது, கரியும் பிராணவாயுவும் கூடி வேறே பிரிந்துபோகின்றன. உலோகம் மட்டும் எஞ்சி நிற்கிறது. இரும்பைப் பிரிப்பது இந்த முறையில்தான். கந்தகம் முதலியவற்றோடு கூடிய உலோகங்களைப் பிரிக்கும் முறை வேறு. இன்னும் சில விரிவான முறைகளும் உள்ளன.

இரண்டாம் பாகம் - இரும்பு

5. இரும்பு

இக் கால நாகரிகத்தை 'இரும்பு நாகரிகம்' என்பார்கள் என்று முன்னமே குறிப்பிட்டோம்; எஃகு யுகம், எஃகு உலகம் என்ற பெயர்களும் இன்று வழக்கிலுள்ளன. இரும்பில் சிறப்பான வகையே எஃகு. ஆதலால், உலோகங்களின் வரிசையில் முதலிடம் பெற்றிருப்பது இரும்பு என்பதில் அபிப்பிராய பேதமில்லை. பொன் வெள்ளி முதலியன விலை மதிப்பு அதிகம் உடையவையாயிருக்கலாம். ஆனால், இன்று மனித வாழ்க்கையில் ஏராளமான உபயோகம் பெற்றுள்ளது இரும்பு.

புத்தகத்தில் எழுதுகிற விவரங்கள், எந்த உலோகம் வாழ்க்கையில் எந்த அளவு பயன்படுகிறது என்பதையொட்டி இருக்க வேண்டும் என்று ஏற்பட்டால், சுமார் 250 பக்கமுள்ள இப் புத்தகத்தில் இரும்புக்கு மட்டும் 225 பக்கம் ஒதுக்கிவிட வேண்டும்; மற்றெல்லா உலோகங்களும் மிச்சமுள்ள 25 பக்கத்தில் தான் அடங்க வேண்டும். எனினும், செய்திகள் விரிவாயிருப்பதை யொட்டி, இந்த வரையறை சாத்தியமில்லை. இரும்பை 50 பக்கத்துக்குள் சுருக்கவும், பிறவற்றை மிச்சமுள்ள இடத்தில் விவரிக்கவும் நேர்ந்திருக்கிறது.

இந்தப் பாகம், இவ்விரும்பையும், இதற்குத் துணை வரும் அரிய உலோகங்களான வனேடியம், மோலிப்டினம், மாங்கனீஸ், கோபால்ட் என்பவற்றையும் விரிவாய்க் கூறும். இரும்புக்கு விசேஷமான உதவி செய்யும் நிக்கெல், குரோமியம், டங்ஸ்டன் என்ற உலோகங்களைப் பின்னர் பார்ப்போம்.

இன்றைய நாகரிகத்தில் முதலிடம் இரும்புக்குத்தான். மனிதன் என்று நாம் சொல்வது, எலும்புக் கூட்டைச்

சூழ்ந்து திணித்துள்ள சதை, தசை, நரம்பு, இரத்தம், தோல் ஆகியவை சேர்ந்துள்ள உருவத்தை. அப்படியே இன்றைய நாகரிகத்துக்கு எலும்புக் கூடாயிருப்பது இரும்புதான். 3000 ஆண்டுகளுக்கு மேலாக மனிதன் இரும்பை உபயோகிப்பதில் தேர்ச்சி பெற்றிருக்கிறன். இரும்பு மட்டும் இல்லாவிட்டால், மனித நாகரிகத்தின் போக்கே வேறு விதமா யிருந்திருக்கும்; தொழில் வளர்ச்சியும் அறவே வேருயிருந்திருக்கும்.

பூமியின் மேற்புறணியிலே 5 சத வீதம் இரும்பு அடங்கி யிருக்கிறது; அதாவது இருபதில் ஒரு பங்கு இரும்பு. பூமியில் அடங்கிய பொருள்களில் இதற்கு நாலாவது ஸ்தானம்; மற்றவை முறையே ஆக்ஸிஜன் (பிராண வாயு), ஸிலிகன், அலுமினியம் என்பன.

இயற்கையில் பூமியிலுள்ள களிமண்ணிலும் பாறை களிலும் பலவகை நிறங்களைப் பார்க்கிறோம். கறுப்பு வெள்ளை சாம்பல் எனக் களிமண் பல நிறம். செம்மண் தனி ரகம். அப்படியே கப்பிமண்ணில் மஞ்சள் நிறம் பழுப்பு நிறம் முதலியவற்றைப் பார்க்கிறோம். பாறைகளி லும், கறுப்பு பச்சை சிவப்பு மஞ்சள் எனப் பல நிறம். இந் நிற வேறுபாடுகளுக்கெல்லாம் காரணமாயிருப்பவை பெரும்பான்மையும் இரும்புத் தாதுக்கள் - இரும்பின் ஆக்ஸைடு, ஹைட்ராக்ஸைடு என்பன. இதைக் கருதித் தான், 'இயற்கை குழைக்கும் வர்ணப் பெட்டியில் இரும்பு தான் முக்கிய சரக்கு' என்று ஆங்கிலத்தில் ஒரு பழமொழி யுண்டாம்.

மனித நாகரிகம் வளர்ந்த முறையைப் பூதத்துவத்தை யொட்டி ஆராய்ந்தவர்களைக் கேட்டால், கற்காலம், வெண் கலக் காலம், பின்னர் இரும்புக் காலம் என்ற முறையில் நாகரிகம் வளர்ந்ததென்பார்கள். அதாவது, மனிதன் முதலில் கல்லை உபயோகிக்கக் கற்றுக் கொண்டான்; பிறகு வெண்கலத்தை; அதன் பிறகுதான் இரும்பை உபயோகிக்கக் கற்றுக் கொண்டானும். கேட்க இது சற்றே வியப்பளிக்கக் கூடும். பூமியில் இரும்பு அதிகமாய்க் கிடைக்க, வெண்கலத்துக்குப் பிறகா இரும்பு உபயோகத் துக்கு வந்தது என்று நாம் எண்ணலாம். அதிகச்

சூடில்லாமல் செம்பைக் காய்ச்சியடித்து உருவந் தர முடியும். ஆனால், இரும்புத் தாதுவிலிருந்து இரும்பெடுக்க, உஷ்ணம் அதிகம் வேண்டும், விரிவான உலைக் கூடங்கள் வேண்டும். இக்காரணங்களால்தான், இரும்பின் உபயோகம் காலத்தில் கொஞ்சம் பிற்பட்டு வந்தது.

இரும்புக்குப் பழங்காலம் முதல் இன்று வரை உபயோகம் அதிகந்தான். பார்வைக்குக் கறுப்பாய் அழகில்லாததாய் இது இருந்தபோதிலுங்கூட, இதனு லுண்டாகும் பெரும் பயனைக் கருதி இதை நம்மவர்கள் 'கரும்பொன்' என்று பெயரிட்டார்கள். தங்கத்தைப் பசும் பொன் என்றும், வெள்ளியை வெண்பொன், என்றும் செம்பைச் செம்பொன் என்றும் பெயரிட்டதற்கு, இதுவும் பொருத்தமாய் அமைந்ததல்லவா ?

சைனர்கள் மக்களுயிரைப் பலதரமாகப் பிரித்துக் கணக்கிட்டபோது, தாழ்ந்த படியிலுள்ளதற்கு, அதாவது நரகருயிர் என்பதற்கு, இருப்புயிர் என்று பெயரிட்டிருக் கிருர்கள்.

பண்டைய இந்திய சமுதாயத்தில், கிராமந்தோறும் இரும்புத் தொழில் அவசியமான ஒரு தொழிலாய்ப் போய் விட்டது. இரும்பு வேலை செய்பவன் ஒரு தனி இனத்தா ளுகவே ஆகிவிட்டான். கருமான் அல்லது கொல்லன் என்பது அவன் பெயராயிற்று. 'வேல் வடித்துக் கொடுத் தல் கொல்லற்குக் கடன்' என்றும் ஆயிற்று. இது மட்டு மன்று: கொழு ஆணி மண்வெட்டி கோடரி பாறை முதலான பயிர்த் தொழிற்கருவிகள் யாவும் அவன் பொறுப்பே ஆயின. எனவே, கிராம சமுதாய வாழ்க்கை யில் அவனும் முக்கிய இடம் பெற்றுவிட்டான்.

இப்படியெல்லாம் இரும்புத் தொழில் முக்கியத் தொழிலாயிருந்தபோதிலும், சிறிய தொழிலாய்த்தான் இருந்தது. துருத்தி வைத்து அனலை ஊதி அதன்மூலம் அதிக உஷ்ணத்தை உண்டுபண்ணி எப்படியோ இரும்பை உருக்கவும் காய்ச்சவும் அடிக்கவும் கற்றிருந்தார்கள். இப்படிப்பட்ட சாமானியத் தொழில் முறைகள் விருத்தி யடைந்து பெரிய யந்திரத் தொழில் முறைகளுக்கு இடங் கொடுத்ததெல்லாம் சுமார் 500 வருஷமாகத்தான். அதற்கு

ஏராளமான கரியும் மரமும் விறகாக வேண்டியிருந்தன. நிலக்கரி உபயோகத்துக்கு வந்த பிறகு தொழில் இன்னும் விரைவில் வளர்ந்தது. ஏனெனில், நிலக்கரி விலையும் மலிவு, உஷ்ணமும் அதிகமாய்த் தரும்.

நீராவி யந்திரம் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட பிறகுதான் இரும்புக்குத் தேவை அதிகமாயிற்று. என்ஜின் என்றும், தண்டவாளம் என்றும், அதற்குரிய உபயோகம் பெருகலாயிற்று. மோட்டாரும் விமானமும் வந்த பிறகு, உபயோகத்துக்குச் சொல்லவேண்டியதில்லை.

இரும்பு எளிதில் துருப்பிடிப்பதனால்தான் அழகில்லாமற் போய் மட்ட உலோகம் என்று கருதும்படி ஏற்பட்டு விட்டது. இரும்பின்மேல் காற்றும் ஈரமும் பட்டவுடனே, அது காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் கூடி ஒரு ஆக்ஸைடு (அதாவது ஒருவகை இரும்பு உப்பு) ஆகிவிடுகிறது. இதுதான் துரு என்பது. இது ஒரு பாளம் போல் விகாரமான தோற்றத்தோடு இரும்பின் மேற்புறத்தில் படர்ந்து விடுகிறது.

இரும்பு என்ற பெயர் சொல்லக்கூடிய கலப்புலோகங்களுக்கு எண்ணிக்கையே சொல்ல முடியாது. எஃகு வகைகள் மட்டும் நூற்றுக்கணக்கிலுள்ளன. நிக்கெல் குரோமியம் டங்ஸ்டன் என்ற உலோகங்களையும் பிற உலோகங்களையும் கலந்து பலவகை எஃகு செய்கிறார்கள். இந்த எஃகு வகைகளையும் பிற இரும்பு வகைகளையும் பின்னர் விரிவாகப் பார்க்கலாம்.

1937 இல் தான் இரும்பு உற்பத்தி உலகில் மிகவும் அதிகமாம். இரும்புத் தாது அவ்வருஷம் உற்பத்தியானது 21 கோடியே 30 லட்சம் டன். இதிலடங்கிய இரும்பு 970 லட்சம் டன். பொதுவாக இரும்பில் சரி பாதிக்கு அதிகப்படியாகவே எஃகாக உற்பத்தி செய்யப்படுகிறதாம்.

1934 முதல் 1938 வரையிலுள்ள ஐந்து வருஷங்களில் சராசரி உலக உற்பத்தி 1648 லட்சம் டன் இரும்புத் தாது. இதில் சுமார் 45 சதவீதம் இரும்பு அடங்கியுள்ளது. அதாவது 727 லட்சம் டன் இரும்பு. இந்த இரும்பில் அமெரிக்க உற்பத்திதான் மிக அதிகம் : 210 லட்சம் டன்;

ருஷ்யா 125 லட்சம், பிரான்ஸ் 115 லட்சம், ஸ்வீடன் 65 லட்சம், இங்கிலாந்து 35 லட்சம், ஜெர்மனி 20 லட்சம், இந்தியா 15 லட்சம் டன். பின்னர் படிப்படியாகக் குறைந்த அளவில், பின் வரும் நாடுகள்: லக்ஸம்பர்க், ஆஸ்திரேலியா, மஞ்சூரியா, அல்ஜீரியா, மலேயா, ஸ்பெயின், ஸிஸிலி, ஸ்பெயினுக்குச் சொந்தமான மொராக்கோ, நார்வே, நியூபௌண்ட்லாந்து, ஆஸ்திரியா, இத்தாலி, டியூனிஸ் என்பன. உலக உற்பத்தியில் சராசரி 38 சத வீதம் அமெரிக்காவுக்கு உரியது. இதனால்தான் எவ்வித யந்திர உற்பத்தியாயினும், அமெரிக்கா இன்று முதல் ஸ்தானம் பெற்றிருக்கிறது.

---

6. இரும்புத் தாதுக்கள்

இயற்கையே சில சமயம் பூலோகத்தின் மீது இரும்பைப் பெய்வதுண்டு. இயற்கை அபார கருணையுடையது, எனவே தன் மக்களுக்கு அது எதைத்தான் கொடுக்காது?

மீட்டியார் என்று ஆங்கிலத்தில் சொல்லுகிற விண் வீழ் கட்டிகள் (அல்லது விண் மீன் கட்டிகள்) அடிக்கடி வானத்திலிருந்து பூமி மீது வந்து விழுகின்றன. எங்கே விழுகின்றன என்பது சொல்ல முடியாது: நிலத்திலும் விழும் கடலிலும் விழும், பெரிதாயும் விழும் சிறிதாயும் விழும். இவை பல இடங்களில் சிதறியே விழுகின்றன. இவ் விண் வீழ் கட்டிகளில் பெரும் பகுதி இரும்புதான்.

கிரீன்லாந்து என்ற தீவில் ஒரு சமயம் இப்படிப்பட்ட மிகப் பெரிய விண்வீழ் கொள்ளிக் கட்டி யொன்று கிடைத்தது. இதன் எடை 37 டன்னும்! இதில் 8 சதவீதம்

நிக்கெலும் கோபால்ட் என்ற உலோகமும் இருந்தனவாம். ஆனல், எப்போதுமே கடவுள் வானத்தைப் பொத்துவிட்டு இவ்வளவு பெரிய இரும்புக் கட்டியாகப் போட்டுக் கொண்டே யிருப்பார் என்று எதிர் பார்க்க முடியாது. (அப்படி அவர் போட்டாலும் பூமியில் என்ன ஆகுமோ! மக்கள் ஒருகாலும் அதைத் தாங்க முடியாதல்லவா?)

புராதன மனிதன் இப்படிப்பட்ட கட்டி யொன்றைக் கண்டு அதிலிருந்துதான் இரும்பைத் தெரிந்து கொண்டிருக்கிறன். ஆனல், இந்த நாகரிக காலத்தில் மக்களைக் கூட்டம் கூட்டமாய் அழிப்பதற்கு வேண்டிய விமானம் டாங்கி பீரங்கி கப்பல் குண்டு முதலியன செய்வதற்கு அதிக இரும்பு வேண்டி யிருக்கிறபடியால், பூமியில் தானகை எங்கே இரும்பு கிடைக்கிறதென்று மனிதன் தேடுகிறன்.

பூமியில் இரும்பு தனி உலோகமாய்க் கிடைப்பது அபூர்வம். அப்படிக் கிடைக்கும்போது, நிக்கல் கோபால்ட் முதலியவற்றேடு சேர்ந்தே காணப்படும். விண் வீழ் கட்டியாயிருக்கும் பட்சத்தில், இவற்றுடன் கூட, மாங்கனீஸ், ஈயம், குரோமியம், செம்பு என்ற உலோகங்களும், கந்தகம், கரி, குளோலிரின்வாயு, பாஸ்பரஸ் என்ற அலோகங்களும் கலந்து காணப்படும். மற்றப்படி தனி இரும்பாயிருந்தால், காற்றிலுள்ள ஈரமும் பிராணவாயுவும் வெகு எளிதில் இரும்புடன் கூடி அதைத் துருப்பிடிக்கச் செய்துவிடும். துரு என்பது இரும்பின் ஆக்ஸைடுகளில் ஒன்று. இரும்பின் தாதுக்கள் பூமியில் அனேகம் கிடைக்கின்றன. அவற்றுள் முக்கியமானவை நான்கு: ஹேமடைட், லிமொனேட் என்ற பெயருள்ள ஆக்ஸைடுகள் இரண்டு; காந்தக் கல் என்று சொல்லுகிற மற்றேர் ஆக்ஸைடு; இரும்பின் கார்பொனேட்டாகிய ஸிடெரைட் என்பதொன்று—ஆக நான்கு. இரும்பும் கந்தகமும் கூடின இரும்பு ஸல்பைடாகிய பைரைட் என்பது மற்றெரு முக்கியத் தாது. ஆனல் இதிலிருந்து இரும்பு எடுப்பதில்லை. கந்தகத் திராவகம் செய்வதற்குத் தான் இந்தத் தாது விசேஷமாய்ப் பயன்படுகிறது.

சௌகரியமான நிலைமையில் காணப்படும் இரும்புத் தாதுவில், கால்பங்கு, அதாவது 25 சத வீதம், இரும்பு

இருந்தாலும், அதிலிருந்து லாபகரமான முறையில் இரும்பு எடுக்க முடியும் மேலே சொன்ன தாதுக்களில் இரும்பு இன்னும் அதிகமாகவே கிடைக்கிறது. காந்தக்கல் என்று சொல்லும் மாக்னிடைட் 72 சத வீதம், ஹேமடைட் 70 சத வீதம், லிமொனைட் 60 சத வீதம், ஸிடெரைட் 48 சத வீதம் இரும்பு தருமாம். ஸிடெரைட் என்பது இரும்பு கார்பொனெட் என்றபோதிலுங் கூட, இங்கிலாந்தில் ஓரிடத்திலும் பிரான்சிலும் கிடைக்கும் ஸிடெரைட் டானது, பெரும்பான்மையும் பச்சை நிறமான இரண்டு வகை இரும்பு ஸிலிகேட் உப்புக்களாம்.

இரும்புத் தாதுக்கள் பலவற்றிலும் அசுத்தம்-அதாவது பிறபொருட் கலப்பு-அதிகம் உண்டு. பெரும் பான்மை மண்—பளிங்குக் கூழாங்கல் ரூபத்தில். களி மண்ணில் கிடைத்த தாதுவாயிருந்தால், அலுமினியம் கலந்திருக்கும். கால்ஸியம் மக்னீஷியம் மாங்கனீஸ், டைடேனியம், கந்தகம், பாஸ்பரஸ், ஆர்செனிக் என்பன பிற அசுத்தங்கள். டைடேனியம் மாங்கனீஸ் கலந்திருந்தால் இவை எஃகு செய்ய உபயோகப்படுமாதலால், தாதுவுக்கு மதிப்பு அதிகம். கடைசியில் சொன்ன மூன்றும்தான் மிகவும் தொந்தரவான அசுத்தங்கள்; கஷ்டப்பட்டுத்தான் இவற்றைப் போக்கவேண்டியிருக்கிறது.

மாக்னிடைட் என்று மேலே சொன்ன காந்தக்கல் கறுநிறமுடையது: கறுப்புக்கல் எனவும் பெயர் பெறும். பெரும்பாலும் இதில் 72 சத வீதம் இரும்பு கிடைக்கும். இது காந்தத்தால் இழுக்கப் பெறும். இந்தத் தன்மையும் கரு நிறமுமே இதற்கு அடையாளங்கள். காந்தம் போன்ற தன்மை இதற்கு இயற்கையா யமைந்திருந்தமை கண்டு, ஆதி காலத்தில் மாலுமிகள் தங்கள் திசை காட்டும் கருவிகளுக்கு இதை உபயோகித்திருந்தார்கள். ஸ்வீடன் தேசத்து வட பகுதியில் இரண்டிடங்களில் உள்ள காந்தக் கல் தாது மிகவும் பிரசித்தி பெற்றது. இதில் பாஸ்பரஸாகிய அசுத்தம் அதிகமாயிருந்த படியால், கண்டுபிடித்து வெகு நாள் வரையில் இதிலிருந்து இரும்பெடுக்கவில்லை. பாஸ்பரஸைப் போக்கும் வழி சமீபத்தில் தெரியவந்த பிறகு தான் இரும்பெடுக்க இத் தாது அதிகமாய் உபயோகப்படுகிறது.

ஸ்வீடன் தேசத்துச் சுரங்கங்களில் இத் தாது மொத்தம் சுமார் 100 கோடி டன் வரையில் கிடைக்கக் கூடுமாம். இதே தாது ருஷ்யாவிலும் அமெரிக்காவிலும் சிறிதளவு அகப்படுகிறது.

ஹேமடைட் என்ற பெயரானது, இரத்தம் என்று பொருள்படுகிற கிரேக்க சொல்லினின்றும் வந்தது; இதன் நிறம் அவ்வளவு சிவப்பானது. பிரகாசமான படிக (கிரிஸ்டல்) ரூபத்திலும் மைகா போன்ற மெல்லிய தகட்டு ரூபத்திலும் கட்டி ரூபத்திலும் காணப்படுகிறது. இங்கிலாந்து, அமெரிக்கா, ருஷ்யா, யுக்ரேன், ஸ்பெயின், பிரேஸில், குயூபா ஆகிய நாடுகள் இத் தாது உடையவை. இவற்றுள் அமெரிக்காவில் 1940இல் சுபீரியர் ஏரியில் சுமார் 6 கோடி டன் கிடைத்தது; இதில் சும்ார் 50-60 சதவீதம் இரும்பு இருந்தது. இதுமட்டும் அமெரிக்க உற்பத்தியில் 84 சத வீதம்; உலக உற்பத்தியில் 28 சத வீதம். 1938இல் ருஷ்யாவில் கிடைத்தது 2 கோடித் தாது.

லிமொனைட் என்பது மஞ்சள் பழுப்பு நிறம். மண்ணிலும் பாறைகளிலுமுள்ள மஞ்சள் பழுப்பு நிறங்களுக்கு இதுவே காரணமாம். பிரான்ஸைச் சேர்ந்த ஆல்ஸேஸ்-லொரைன் பகுதியில் இது மிகுதி. 1937இல் அங்கு $3\frac{1}{2}$ கோடி டன் தாது கிடைத்தது. இதில் 35 சத வீதம் இரும்பு.

ஸிடெரைட் தாது இங்கிலாந்தில் பல இடங்களிலுண்டு. ஆனால் இது மட்ட ரகம். இங்கிலாந்தின் உற்பத்தியில் 90 சத வீதம் இதுவே. இதில் இரும்பு 30 சத வீதத்துக்கும் குறைவு. இத் தாதுவின் நிறம் சாம்பல் அல்லது பழுப்பு நிறம். இந்த யுத்தத்தின் ஆரம்ப காலத்தில், அதாவது சுமார் 1940இல், ஜெர்மனிக்குப் போதிய இரும்பு இல்லை. செக்கோஸ்லோவகியா, நார்வே, பெல்ஜியம், லக்லெம்பர்க், பிரான்ஸ் ஆகிய நாடுகளைப் பிடித்த பிறகுதான் அதற்குத் தேவையான இரும்புத் தாது கிடைத்தது.

இங்கிலாந்தில் மட்டும் இரும்பு உற்பத்தி சராசரி ஓர் ஆண் அல்லது பெண் அல்லது குழந்தைக்கு வீதம் 5 அந்தர் அல்லது 560 பவுண்ட் எடை ஆகிறதாம். ஆனால் உலகத்துக்குச் சராசரி வீதம் ஓர் அந்தர் அல்லது

112 பவுண்டுதான். இதற்குக் காரணம், கீழை நாடுகளில் இரும்புக்கு உபயோகம் குறைவு, மேலை நாடுகளில் உபயோகம் அதிகம். 50 கோடி ஜனத் தொகையை வைத்துக் கொண்டு சீன தேசம் 8 கோடி ஜனத் தொகையுள்ள இங்கிலாந்து உபயோகிக்கும் இரும்பில் பத்திலொரு பங்குதான் உபயோகிக்கிறதாம். இரும்பினல் சரியாகப் பயனடையாத ஆசிய மக்கள் போருக்குப் பின்னுவது முழுப் பயனடையக் கற்றுக் கொள்வார்களா என்று மேலை நாட்டு மக்கள் பெரிதும் கவலைப்படுகிருர்கள் !

இந்தியாவில் இரும்பின் நிலைமை

பண்டைக் காலத்தில் இந் நாட்டில் இரும்பு அதிகமும் உபயோகத்திலிருந்த தென்பதற்கு, பூமியிலிருந்து அகழ்ந்தெடுக்கும் போது காணப்படும் முதுமக்கட்சாடி முதலியவற்றுள் இரும்புப் பொருள்கள் கிடைப்பது ஆதாரமாகிறது. கி. பி. 415இல் எழுதப் பெற்ற சந்திர குப்தன் சாசனம் டில்லியில் ஓர் இரும்புத் தூணில் காணப்படுகிறது, இது ஆறு டன் எடையுள்ளது. தவிர, மண் பாத்திரங்களில் இரும்பை உருக்கி எஃகு செய்யும் வழக்கமும் புராதன இந்தியாவில் இருந்தது. பிரிட்டிஷ் படையெடுப்பின் பின்னர் வேரூன்றிய புது நாகரிகத்திற்கு முந்தி, குமரி முதல் இமயம் வரை இரும்புத் தொழில் இங்கு ஓங்கியிருந்தது.

ஆனல், ஆங்காங்கு சொற்ப அளவில் இத் தொழில் நடைபெற்றதே தவிர, இன்று நாம் காண்பது போன்ற விரிந்த வியாபார முறையில் எங்கும் இத் தொழில் வளரவில்லை. சுமார் 1830ஐ யொட்டி, பரங்கிப் பேட்டையிலும் திருவண்ணுமலையிலும் இரும்பு உற்பத்திச் சாலைகள் ஆரம்பமாயின. ஆனல், விரைவிலேயே அவை நின்று போயின, வங்காளத்தில் 1874இல் தொடங்கிய இரும்புத் தொழிற் சாலைதான் மிகவும் முக்கியமானது. இதன் பிறகு சுமார் 1911 முதல் ஜாம்ஷெட்பூர் டாடா கம்பெனி மிகச் சிறந்த வேலை செய்ய ஆரம்பித்தது.

அக் காலத்தில் (1912) இந்திய இரும்பு உற்பத்தி, வருஷம் அரை லட்சம் டன்னகும்; ஆனல், நாட்டில்

இறக்குமதியான இரும்புச் சாமான்கள் சுமார் ஏழு லட்சம் டன்! சென்ற உலக யுத்தத்தின்போது, (1914-19) இந்தியா உபயோகித்த இரும்பு சராசரி வருஷம் பத்து லட்சம் டன்னாகும். அந்த யுத்த காலத்துக்கு முன் இறக்குமதியான இரும்பின் மதிப்பு 1912இல் 24 கோடி ரூபாய்; 1914இல் $40\frac{1}{2}$ கோடி; 1920இல் $37\frac{1}{2}$ கோடி. முன்னமே பர்மா, மலாயா, சீனம், ஜப்பான், அமெரிக்கா முதலிய இடங்களுக்கு இந்தியாவிலிருந்து ஏற்றுமதியான இரும்பு ஏற்றுமதி அந்த யுத்தக் காலத்தில் நிறுத்தப்பட்டது. இந்தியத் தொழிற் சாலைகள் அப்போது செய்த தண்டவாளம் முதலான பெருத்த இரும்புத் தளவாடங்கள் மெஸொபடேமியா, ஆப்பிரிக்கா முதலான இடங்களுக்குப் போயின. அந்த யுத்தத்துக்குப்பின், ஜப்பானுக்குத் தான் பெருவாரியாக இந்திய இரும்பு போயிற்று. இப்போது நடந்த யுத்தம் தொடங்கி இரண்டு வருஷம்வரையிலும் கூட, இந்திய இரும்பு ஜப்பானுக்குப் போய்க் கொண்டேதான் இருந்தது. இந்திய இரும்புத் தொழில் ஓங்கினால், பிரிட்டிஷ் தொழிற் சாலைகள் ஒழிந்து போகும் என்று அஞ்சிய பிரிட்டிஷ் அரசாங்கம் ஜப்பானுக்கு இரும்பு போனாலும் போகட்டும், இந்தியாவில் தொழில் ஓங்கக் கூடாது என்றே கருதிவந்தது.

இந்தியாவில் வங்காளம், ஒரிஸ்ஸா, மைசூர், மத்திய மாகாணங்கள் முதலிய பகுதிகளில் இரும்புத் தாதுக்கள் அதிகமாய்க் கிடைக்கின்றன. வட பர்மாவிலும் இரும்பு அதிகம். முக்கியமாக ஒரிஸ்ஸாவில் ஏறக்குறைய 300 கோடி இரும்புத் தாது கிடைக்கக் கூடுமாம். இதில் சராசரி 60 சதவீதம் இரும்பு எடுக்கலாம்; முப்பது மைல் நீளமுள்ள மலையுச்சி நெடுகிலும் இவ்விதமாக இரும்புத் தாது காணப்படுகிறது.

இரும்பு அதிகமாய்க் கிடைப்பதால், தாதுவைச் சுத்தப்படுத்தி இரும்பெடுத்துப் பல வகையான சாமான்கள் செய்யும் தொழிற்சாலைகள் பெருகியுள்ளன, சாமான் உற்பத்தியும் பெருகி யிருக்கிறது. மின்சாரக் கம்பிகள். எனமல் சாமான்கள், விவசாயக் கருவிகள், குழாய்கள், தகடுகள், ரெயில் வண்டிகள் முதலியன இங்கு உற்பத்தி

யாகின்றன. தண்டவாளங்கள் போன்ற வார்ப்பு வேலைகளும் பெருகிவருகின்றன. நாட்டுத் தொழில்களை வளர்க்க வேண்டும் என்ற நல்லெண்ணத்தோடு இத் தொழிலுக்கு உதவக்கூடிய அரசாங்கம் மட்டும் இருக்குமானால், தொழில் மிக்க விரைவாக முன்னேறும்; இதனால் நாட்டுக்கு அளவற்ற செல்வம் மிச்சமுமாகும்.

---

7. இரும்பு எடுக்கும் விதம்

தாதுவுக்கு ஏற்றபடி, உலோகத்தைப் பிரித்தெடுக்கும் முறையும் மாறுபடுகிறது. ஆக்ஸைடு ரூபத்திலுள்ள உலோகத் தாதுக்களைக் கரியுடன் கலந்து காற்றுடக் காய்ச்சும் போது, அவ்வாக்ஸைடிலுள்ள பிராண வாயுவான ஆக்ஸிஜனும் கரியும் ஒன்றுய்க் கூடி, வாயுவாக வெளிப்படவே, குறித்த உலோகம் மட்டும் மிஞ்சுகிறது. கந்தகம் கூடிய ஸல்பைடுகளான தாதுக்களை முதலில் ஆக்ஸைடாக மாற்றவேண்டிக் காற்றுடக் காய்ச்சுவார்கள்; துத்தநாகம், காரீயம் என்பவற்றின் ஸல்பைடுகள் இவ்விதம் காய்ச்சப் பெறும். உலோகத்தோடு கூடியுள்ள கந்தகமானது காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் கூடி வாயுவாக வெளிப்படுகிறது; ஆக்ஸிஜன் உலோகத்துடன் கூடி, குறித்த உலோகத்தின் ஆக்ஸைடாக நிற்கிறது. இதை மறுபடியும் முற் கூறியதுபோல், கரியோடு சேர்த்துக் காய்ச்சவே, கரியும் ஆக்ஸிஜனும் கூடி, உலோகத்தினின்றும் பிரியவே, உலோகம் மட்டும் மிஞ்சுகிறது.

செயல் முறையில் எத்தனையோ நுட்பங்கள் உள்ளன. இங்கு, உலோகங்கள் அனைத்தினும் மிகவும் விரிவாகவும் பல்வேறு தேசங்களிலும் செய்யப் பெறுவது

இரும்பு. எனவே, இரும்பு எடுப்பது பற்றிய முறைகளை விரிவாகப் பார்த்தல் பயனுடையது.

இரும்பு தரும் தாதுக்களான மாக்னிடைட், ஹேமடைட், லிமோனைட் என்பன, பலவகையான இரும்பு ஆக்ஸைடுகள் என்று முன்னமே குறிப்பிட்டோம். இப்படிப்பட்ட தாதுவொன்றை முற்கூறியபடி கரியுடன் சேர்த்துக் காய்ச்சுவதனால் ஏற்படும் மாறுதலைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்:

இரும்பு ஆக்ஸைடு	+	கரி	→	இரும்பு	+	கரியின் ஆக்ஸைடு
(தாது)		(நிலக்கரி அல்லது மரக்கரி)		(உலோகம்)		(வாயு)

அதாவது, கரியானது உலோகத்தோடு கூடியுள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் கூடி, உலோகத்தைப் பிரித்துவிடும் தன்மையுள்ளது என்ற இயல்பையே தாதுவிலிருந்து இரும்பெடுக்கும் இந்த முறை அடிப்படையாகக் கொண்டிருக்கிறது.

ஆதி காலத்தில், ஏதோ ஒருவகைக் கட்டி தற்செயலாய்த் தீயிலகப்பட்டு, தானே காய்ந்தபின், ஓர் இரும்புக் கட்டி மிச்சம் கிடைத்தது. இந்தத் தற்செயல் நிகழ்ச்சியை ஆதிகால மனிதன் ஒருவன் கவனித்து, மிச்சம் கிடைத்த கட்டியை எடுத்து எப்படியோ அடித்து நீட்டியும் வளைத்தும் தனக்கேற்ற கருவியாகவும் ஆயுதமாகவும் செய்து கொண்டான். இவ்விதம் தற்செயலாய் நிகழ்ந்ததைக் கவனித்தவன், பின்னர் தானே இவ்விதம் தாதுவிலிருந்து இரும்பெடுக்கவும் பழகித் தேர்ச்சி பெற்றான், நெருப்புக்கு அவன் உபயோகித்தது, சாமானிய மரக்கரி தான். உலோகத் தொழிலின் தொடக்கம் இதுவேயாகும்.

இதற்கடுத்தது, துருத்தி வைத்து ஊதுவது. இதுவும் தற்செயலாய் நம் முன்னோர் அறிந்து கொண்டது தான். பெருங் காற்றடித்த போது, அடுப்பு நன்றாய் எரிந்ததையும், அதிலுள்ள தீயின் உக்கிரம் பெருகியதையும் சிலர் கண்டிருந்தார்கள். பின்னர் எரிவதற்கு அனுகூலமாய்த் தாங்களே காற்றைத் துருத்தி வைத்து ஊத

ஆரம்பித்தார்கள். இப்படிப்பட்ட முறைதான் நம் நாட்டில் நாட்டுப்புறக் கொல்லர் உலைக் களத்தில் இன்னும் வழக்கத்திலுள்ளது. ஆப்பிரிக்கா, இங்கிலாந்து முதலிய இடங்களிலும் இவை வழங்கின. ஜப்பான் தேசம் இன்று இயந்திரத் தொழிலில் எவ்வளவோ முன்னேற்ற மடைந்திருக்கிறது. இருந்தும், 1910 இல் இரும்பை உருக்க வழி தெரியாமல் கர்நாடகமான உலைக் களங்கள்தான் வைத்திருந்ததாம்.

18 ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் இப்படி வளர்ச்சி பெற்றுவந்த உலைக்கூடங்கள் சில மிகவும் பெரிய அளவிலும் இருந்தன. இங்கிலாந்தி லிருந்த இப்படிப்பட்ட உலைக்கூடம் ஒன்று 18 அடி உயரமும் எட்டடி நீளம் அகலமும் இருந்ததாம். ஒரு மலையின் சரிவில் இவ் வுலையை அமைத்து, மலையின் பாறையை ஒரு பக்கச் சுவராகவும், மற்ற மூன்று பக்கங்களில் மட்டும் கல் சுவராகவும் கொல்லன் கட்டி வைத்தான். ஒரு சுவரின் ஓரத்தில் சார்ப்பு இறக்கி, அதிலேயே அவனும் குடியிருந்து கொண்டான். ஏழு ஆட்கள் தங்கள் மனைவி மக்களோடு அதில் வேலை செய்தார்கள். மலையில் ஏறிச்சென்று, இதனுள் இரும்புத் தாதுவைக் கொட்டினார்கள். நினைத்தபோது கொல்லன் தன் படுக்கையை விட்டெழுந்து வந்து, உருகி நின்ற இரும்பைத் தனியே பிடித்துக்கொள்வான். பக்கத்திலிருந்த ஆற்றில் காற்றாடி யொன்றமைத்து, அதன் மூலம் இவ் வுலைக்குக் காற்று செலுத்தப்பட்டது. இதன் துருத்தி 18 அடி நீளம் 8 அடி அகலமுடையது. அது மாட்டுத் தோல்; இருபது பெரிய தோல்கள் துருத்தி செய்வதற்கு வேண்டி யிருந்தன. தோல்கள் அடிக்கடி உலர்ந்து போகும். இவற்றுக்கு எவ்வளவுதான் எண்ணெய் தடவினாலும், தாங்காதாம். இதற்காக, வெண்ணெய் தடவுவார்களாம். (வெண்ணெய் அக் காலத்தில் ஒரு பவுண்டு விலை $2\frac{1}{2}$ பென்ஸாம்; அதாவது $2\frac{1}{2}$ அணா; இன்று வெண்ணெய் விலை ஒரு பவுண்டு சுமார் $2\frac{1}{2}$ ரூபாய்.)

இவ்விதமாக உருக்கி எடுத்த இரும்புக்கும், சாதாரணமாய் உபயோகத்தில் இருந்து சம்மட்டியால் மட்டும் அடித்து நீட்டிக்கொண்டு வந்த இரும்புக்கும் மிக்க

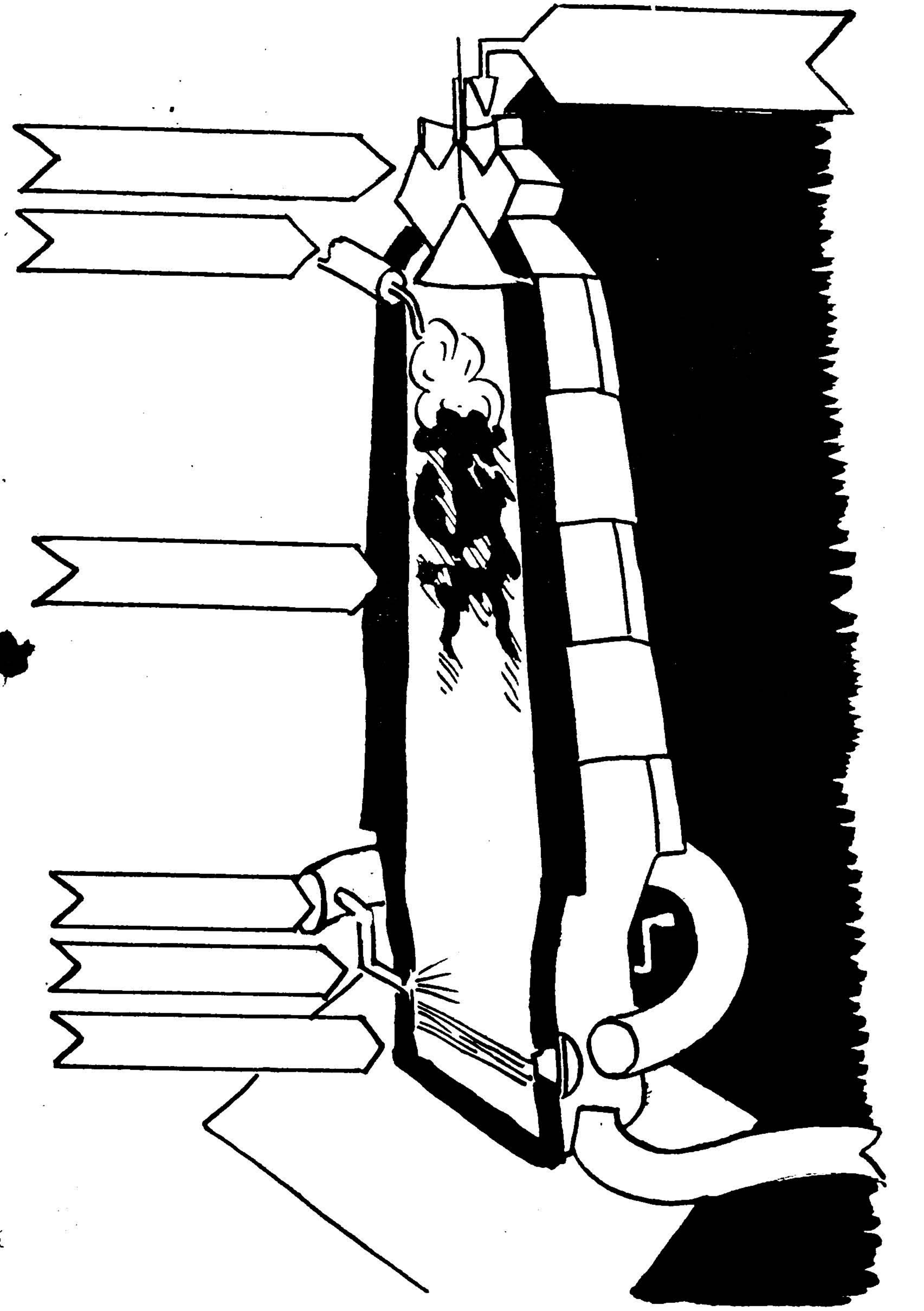
வேற்றுமை காணப்பட்டது. மேற் சொன்ன விதமாக உருக்கி யூற்றிய இரும்பை நாம் இங்கு உருக்கு என்று சொல்வோம். இவ் வுருக்கு, பொர பொரப்பா யிருந்ததை அக் கால மக்கள் கண்டார்கள். இதைச் சம்மட்டியால் அடித்தால் பொர பொரவென்று நொறுங்கிவிட்டது. ஆனால், வழக்கமாய்க் கொல்லன் தன் பட்டடையில் அடிக்கும் இரும்பு இப்படிப் போவதில்லை; இழுக்கவும் நீட்டவும் தாராளமாய் இடங்கொடுத்து வந்தது. இந்த வேற்றுமைக்குக் காரணம் அப்போது புலப்படவில்லை: ஆனால் இப்போது காரணம் கூறமுடியும். சாதாரணமாய் வெறும் உலையில் காய்ச்சிய இரும்பில் கரி கலப்பிராது; உஷ்ணம் குறைவானபடியால், இதில் கரி கலக்காது. எனவே, இதை நீட்டவும் இழுக்கவும் முடியாது. மேற் சொன்னபடி மிகுதியாய்க் காற்றை ஊதிக் காய்ச்சிய போது உஷ்ணம் மிகுதியானமையால், இரும்பில் கரியும் கொஞ்சம் கலந்து கொள்ளும். இதனாலேயே அவ்விரும்பு பொர பொரப்புடையதா யிருந்தது. அவ் வுருக்கு இன்று வார்ப்பிரும்பு என்று சொல்லும் இரும்புக் குரிய தன்மை யுடையது. இதை நினைத்த உருவத்தில் வார்க்க முடியுமே யன்றி, காய்ச்சி அடிக்க இயலாது.

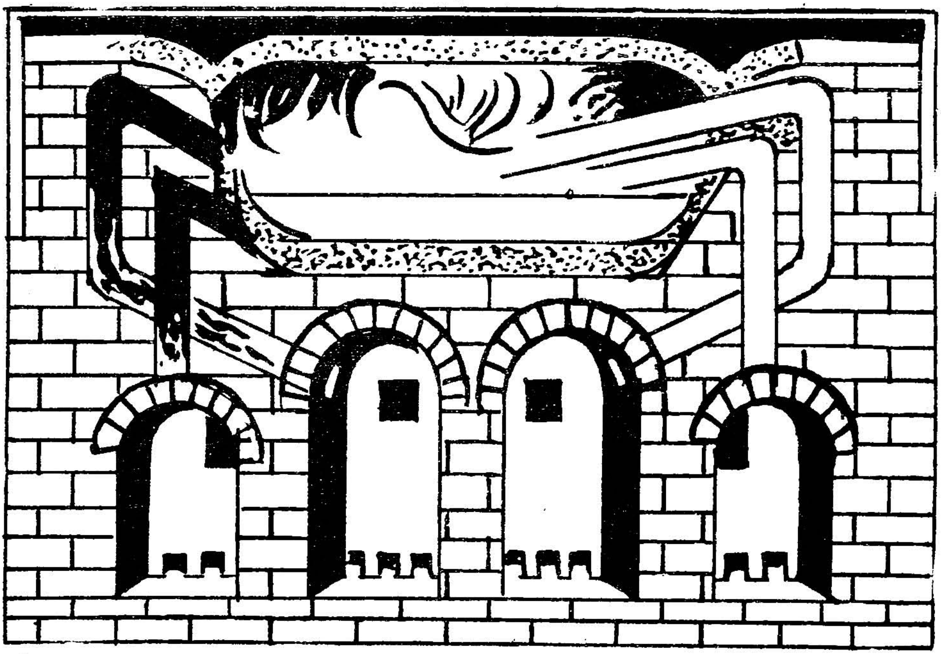
மேற் சொன்ன விதமாக மரக்கரியை உபயோகிப் பதில் இரண்டு கஷ்டங்கள்: ஒன்று கரி கிடைப்பது அருமை; இரண்டு, அதிக உஷ்ணம் வருவதும் அருமை. டட்லி என்பவர் நிலக்கரியை அடுப்புக்கு உபயோகித்து, ஒரு வாரத்தில் மூன்று டன் உருக்கிரும்பை முதன் முதலாகச் செய்தார். 1730 ஆம் ஆண்டை யொட்டி இவர் முறை பெரிதும் பரவலாயிற்று. பின்னர், இரும்புத் தொழிலுக்கே நிலக்கரிதான் மிகவும் முக்கியம் என்று ஏற்பட்டுவிட்டது. இன்று நிலக்கரி எங்குக் கிடைக்குமோ அங்குத்தான் பெரிய இரும்புத் தொழிற்சாலைகள் ஏற்பட் டுள்ளன. உலகம் முழுமையுமே இன்று நிலக்கரி யில்லாமல் இரும்பில்லை.

நிலக்கரியைக் கொண்டு இரும்புத் தாதுவைக் காய்ச்சி இரும்பெடுக்கும் பெரிய உலைக் கூடங்களுக்கு வெப்பக் காற்றுலைகள் என்று பெயர் சொல்லலாம். இவ்வுலைக்

கூடங்களில் தாதுவை உருக்கும் பகுதி பெரிய கோட்டை அல்லது கோபுரம் போல் உயர்ந்திருப்பது பார்க்கப் பெரிதும் கம்பீரமாயிருக்கும். பெரிய உலை யொன்று 100 அடி உயரமும் 28 அடி அகலமு முடையது. வெளிப் புறத்தில் இதைச் சுற்றி அரையங்குலக் கன முள்ள எஃகுத் தகடு அடித்திருக்கும். உட்புறத்தில் கனமான கல் அடுக்கியிருக்கும். இக்கற்கள் சாமானியக் கற்களல்ல; இராசாயன முறையில் எந்த வஸ்து எவ்வளவு அதிகச் சூட்டினுலும் கெடாது உருகாது, சூட்டை ஏற்று அப்பால் செலுத்தாது என்று கண்டுபிடித்து அவ்வஸ்துவால் கற்கள் செய்து அடுக்குவார்கள்; இக்கற்களை சூடேருக்கல் என்று நாம் குறிப்பிடுவோம். இக்கல், மேற்கூறிய உலை (அல்லது சூளை) யின் உயரம் நெடுக நாற்புறத்திலும் உட்பக்கத்தில் இடத்துக்கேற்றபடி இரண்டடி முதல் ஐந்து அடி அகலம் வரை அடுக்கப் பெற்றிருக்கும். வட்ட வடிவமாயுள்ள இச் சூளையின் உட்புறம் உண்டாகிற உஷ்ணம் வெளிப்புறம் போகக் கூடாது என்பது இச் சூடேருக் கல் அடுக்குவதன் நோக்கமாகும். வெப்பக் காற்றுலை யொன்றுக்குச் சுமார் பத்து லட்சம் கல் வேண்டியிருக்கும்.

இவ்வுலையினுள், இரும்புத் தாது, நிலக்கரி, சுக்கான் என்ற மூன்றையும் பொருத்தமான அளவில் கலந்து நிரப்புவார்கள். இவற்றை உட்புறம் கொட்டுவதற்கு, மேற்புறத்தில் உலையின் உச்சியில் ஒரு திறப்பு இருக்கும். அடிப்புறத்தில் வெப்பக் காற்றை உள்ளே செலுத்துவதற்காகப் பல துவாரங்கள் வரிசையாகவுள்ளன. இவற்றின் வழியே இக்காற்று புகுந்து மேலிருந்து கொட்டி நிரப்பிய கலவையினுட் செல்லுகிறது. இத்துவாரங்கள், தரை மட்டத்திலிருந்து சுமார் 8 அடி உயரத்தில் இருக்கும்; சுமார் 16 துவாரங்கள் இருப்பதுண்டு. காற்றுத் துவாரங்களின் கீழுள்ள இடத்தில், மேலும் கீழுமாக: பெரிய துவாரங்கள் இரண்டு உள்ளன. இவற்றுள் அடியிலிருப்பதிலிருந்து, உருகிய இரும்பு ஓடி வரும். மேல் துவாரத்திலிருந்து, இரும்பில் கலந்துள்ள மண் முதலிய தூசிகள் உருகி மிதந்து வெளிப்படும்.





எஃகு செய்வதற்கான சிறந்த அடுப்பு முறை

(பக்கம் 63 - 64)

பெரிய உலைக் கூடங்களில் இராப் பகலாய் இவ்வுலைகள் இரும்புத் தாதுவைக் காய்ச்சி உருக்கிக் கொண்டேயிருக்கும். குறைந்த உஷ்ணத்தில் பழுக்கக் காய்ச்சிய இரும்பு செக்கச் செவேலென்றிருக்கும். அதிக உஷ்ணத்தில் இது வெள்ளை வெளேரென்றிருக்கும். இப்படி வெண்ணிறமுள்ள உருகிய உருக்கிரும்பைக் கீழேயுள்ள துவாரத்தில் தினம் நாலைந்து தடவை பிடித்துக் கொள்வார்கள். பெரிய உலைக் கூடமொன்றில் இருபத்து நான்கு மணி நேரத்தில் ஆயிரம் டன் இரும்பு வெளிப்படக் கூடும்; முன்னெல்லாம், அதாவது இப்படிப்பட்ட பெரிய உலைக் கூடங்கள் தோன்று முன்பு, வருஷ உற்பத்தியே ஓராயிரம் டன் தானும். இரும்பு வளம் நிறைந்த தாதுவி லிருந்து ஆயிரம் டன் இரும்பு எடுப்பதானல், சராசரி 2000 டன் தாதுவும், 800 டன் நிலக்கரியும், 500 டன் சுக்கானும், 4000 டன் காற்றும் பயன்படுகின்றன. (நிலக்கரி என்று இங்குக் குறிப்பிடுவது, கடினமான நிலக்கரியன்று, இதே மாதிரி எரியத் தக்க மென்மையான நிலக்கரி.)

இரும்பெடுக்கும்போது, தூசுகள் சிலவும் வேறு சில வாயுக்களும் வெளிப்படுவதுண்டு. கீழ்த் துவாரத்தில் கிடைக்கும் தூசு முதலியவற்றைத் தக்கபடி எரு முதலியனவாக மாற்றி உபயோகத்துக்குத் தருவதும், குறித்த தொழிற்சாலையின் வேலைகளில் ஒன்ருகும். இங்ஙனமே, உலையின் மேற்புற வாயருகே, கரி எரியும்போது உண்டாகும் வாயுக்கள் வெளிப்பட வழியொன்று உண்டு. இவற்றில் சிலவற்றைப் பயன்படுத்துவதும் தொழிற்சாலையின் வேலைகளில் ஒன்று. தவிர, அடிப்புறம் 16 துவாரங்கள் வழியே அனுப்புங் காற்று, குளிர்ந்த காற்ருயிராமல் வெப்பக் காற்ருயிருக்கவேண்டும். எனவே, காற்றைச் சூடாக்கும் வேலையும் தொழிற்சாலையில் நடைபெறும்.

இவ்விதம் காற்றை உட் செலுத்துவதன் நோக்கம், தாதுவோடு சேர்த்துக் கொட்டிய கரியை எரித்து அதிக உஷ்ணம் உண்டுபண்ணுவதாகும். காற்று உட்புகுந்து கொஞ்சம் மேற் சென்றவுடன் அதிக உஷ்ணத்தை யடையும். இங்கு செ. 1800 டிகிரி இருப்பதுண்டு. உலை

யின் உச்சியை நெருங்க நெருங்க, உஷ்ணம் குறைந்து செ. 250 டிகிரிதான் உச்சியில் இருக்கும். 1500 டிகிரிக்கு மேல்தான் இரும்பு உருகும்.

உட்புகுந்த காற்றானது, கரியை எரித்து, எரிகின்ற கரியுடன் கூடி, கார்பன் மானக்ஸைடு என்ற வாயுவாகிறது. இவ்வாயுவானது, இரும்புத் தாதுவைத் தாக்கி, அதிலிருக்கும் ஆக்ஸிஜனை இழுத்துக் கொண்டு, கார்பன் டையாக்ஸைடு என்ற வாயுவாகத் தான் மாறி, இரும்பை மட்டும் திரவ ரூபத்தில் மிச்சம் வைக்கிறது. இந்த நிகழ்ச்சியே இப் பகுதியின் தொடக்கத்தில் குறிப் பிட்டதாகும்.

மேற் குறித்தவாறு உலைக்கூடத்தில் வெப்பக் காற்று முறை அனுஷ்டானத்துக்கு வருமுன், குளிர்ந்த சாதா ரணக் காற்றையே உட்செலுத்தி வந்தார்கள். பொதுவாக இரண்டு வகைக் காற்றினாலும் ஏற்படும் பயன் ஏறக் குறைய ஒன்றுதான் எனினும், குளிர்ந்த காற்றை உபயோ கித்த போது, கரி ஏராளமாய்ச் செலவாயிற்று. ஒரு டன் இரும்பு எடுக்க, குளிர்ந்த காற்று உபயோகித்தபோது எட்டு டன் கரி வேண்டியிருந்ததாம். பின்னர், முதல் முதல் வெப்பக்காற்றை உபயோகித்தபோது இது ஐந்து டன்னாகக் குறைந்தது. இப்போதெல்லாம், ஒரு டன் இரும்புக்குக் கரியும் ஒரு டன்னே வேண்டியிருக்கிறது. எதிர்காலத்தில், அரையே அரைக்கால் டன் கரிச் செல வில் ஒரு டன் இரும்பு செய்துவிட இயலுமாம்.

தவிர, மேற்புறம் வெளிப்படும் வாயுக்களுக்கு முன் பெல்லாம் உபயோகமில்லாதிருந்தது. இப்போது வெப்பக் காற்று உற்பத்திசெய்யவே இவ் வாயுக்களை உபயோகிக்கி றார்கள். இவ் வாயுக்களில் முற் கூறிய கார்பன் மானக் ஸைடு 28 சத வீதம் இருக்கிறது. இது எரியக்கூடியது. வெளிவரும் வாயுவை இரண்டு அடுப்பு வைத்து எரிக் கிறார்கள். இவ் வடுப்புக்களுள் சூடு தாங்கும் கற்கள் பலகணிபோல் அடுக்கிவைக்கப் பெற்றுள்ளன. கார்பன் மானக்ஸைடு வாயு அடுப்பினுள் எரியும்போது, இக் கற்கள் சூடேறுகின்றன. பின்னர் குளிர்ந்த காற்றை இவற்றுள் விடும்போது, கற்களால் காற்றுச் சூடாகிறது.

உலை எரியும்போது, இரண்டு அடுப்புக்களில் ஒன்றில் வாயு எரிகிறது, கற்கள் சூடேறுகின்றன; மற்றொன்றில் காற்றுப் புகுந்து, பின் உலைக்குச் செல்கிறது. முதல் அடுப்புச் சூடு நன்றாய் ஏறியபின், வாயுவை இரண்டாம் அடுப்பில் எரித்து, காற்றை முதல் அடுப்பு வழியே செலுத்துகிறார்கள். இப்படி மாற்றி மாற்றிச் செலுத்தவே, தொடர்ந்து வாயுவையும் எரிக்க முடிகிறது, இவ் வெப்பத்தைக் கலந்து ஏற்கச் செய்து, தொடர்ந்து வெப்பக் காற்றை அனுப்பவும் முடிகிறது.

இவ்விதம் எரிந்த பகுதி போக மிச்சமாகி வெளிப்படுகிற எரியாத வாயு பல வேலைகளுக்கு உபயோகமாகிறது; தண்ணீர் இறைக்கும் எஞ்சின்களை ஓட்டவும், இரும்புத் தொழிற்சாலைக்கு வேண்டிய மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யவும், சில இடங்களில், இன்னும் அதிக மின்சாரம் உற்பத்தி செய்து அருகிலுள்ள பட்டணம் அல்லது ஊருக்கு மின்சார விளக்குப் போடவும், இவ் வாயு உதவி செய்கிறது.

சுக்கானைப் போடுவதன் நோக்கம், இரும்போடு சேர்ந்துள்ள மண் முதலியவற்றை நீக்குவதாகும். சுக்கானும் மண்ணும் சேர்ந்து குழம்பாகி, கீழுள்ள உருகிய இரும்பை யடைகின்றன. இக் குழம்பு, இரும்பை விட லேசானபடியால், அதில் மிதந்து, இதற்கென்று அமைந்த துவாரம் வழியே வெளிப்படுகிறது. உருகிக் கீழேநிற்கும் இரும்பிலும், உபயோகிக்கும் தாதுவுக்கேற்றபடி சில சமயம், அன்னிய வஸ்துக்கள் கலந்திருப்பதுண்டு. சுமார் 3-5 சதவீதம் கரி, 1 சதவீதம் மாங்கனீஸ், 3 சதவீதம் ஸிலிகன், சொற்ப அளவு கந்தகம், 2 சத வீதம் பாஸ்பரஸ் என்பன இருக்குமாம். இந்த இரும்பைத் திறந்து எடுக்கும்போது, நேரே அச்சில் வார்த்து, வார்த்த இரும்பைப் பெரிய பாளங்களாக அமைப்பதுண்டு. அல்லது சிலசமயம், இந்தத் தொழிற்சாலையில் எஃகு உற்பத்தியும் நடக்குமானால், உருகியபடியே இரும்பைக் கொண்டு சென்று சுத்தப்படுத்தித் தேவையான எஃகு செய்வதுமுண்டு.

இப்படியாக, இரும்பு செய்யும் பெரிய உலைக்கூடங்களில் நடைபெறும் வேலை பல பிரிவுடையதா யிருக்கும். நூறடி உயரமுள்ள பெரிய உலைக்கூடங்கள், பார்க்கப் பெரிய கோபுரம் போல் வரிசையாக ஐந்தாறு அமைந்திருப்பது, மிக்க கம்பீரமான தோற்றமாகும். இரா நேரத்தில், அவற்றி லிருந்து உருக்கிய வெண்ணிற இரும்பு நீராய் ஓடுவது பார்க்கத் தகுந்தது. இருளில் இக் காட்சி மிக்க அழகாயும் பயங்கரமாயும் இருக்கும். இதைப் பார்க்கும் போது, இயற்கையின் அற்புதமும் மனிதனின் அபார திறமையும் புலப்படும். உருக்கிய இரும்பின் உஷ்ணத்தையும், அதை நோக்க மனிதனது சிறுமையையும் உணர்ந்து, அவனுக்கு அவ்விரும்பு அடிமையா யிருப்பதைக் காணும் போது, மனிதன் ராக்ஷதனா யிருப்பதும் தெரியும். உலைக் கூடத்தில் மனிதன் செய்யும் வேலை சொற்பந்தான். ஆயினும் அது, அறிவோடொட்டிய முக்கியமான வேலை. ஆயிரக் கணக்கான டன் அளவில் இரும்பு உற்பத்தி செய்யு மிடத்தில் வேலை செய்யும் மனிதர் மிகச் சிலரே. எந்தச் சமயத்திலும், எவ்விதமான பேராபத்தும் நேரக் கூடும். எனவே, வேலையில் ஈடுபட்டோர் சர்வ ஜாக்கிரதையா யிருப்பது மிக்க அவசியம். இரும்பு வெளி வரும் வாயையும், கழிவுப் பொருளை எடுக்கும் வாயையும் சுட்ட மண்ணால் அடைத்திருப்பார்கள். இந்த மண் வெப்பத்தால் அப்படியே ஒட்டிக் கொண்டு விடும். இதை உடைத்தே திறக்க வேண்டி யிருக்கும். வெளிவரும் உருக்கிய இரும்பு சில சமயம் அடைத்துக் கொள்வதும் உண்டு. இதை வெடி மருந்து வைத்து உடைத்துத் திறப்பார்கள். இப்படியாக, ஆபத்தான வேலைகள் அதிகம். வேலை செய்வோருக்கு இன்னது கெட்டுப் போயிருக்கிறது, இன்னது செய்யவேண்டும் என்று நிதானிக்கும் திறமையும், அனுபவமும், சமயோசித அறிவும், அமைதியாய்க் காரியம் செய்யும் ஆற்றலும், மிகுதியாய் இருத்தல் வேண்டும்.

8. வார்ப்பிரும்பு

பட்டணத்தில், புதிதாய் மோட்டார் விடக் கற்றுக் கொள்பவர்களுக்கும், நடு ராத்திரியில் 'தாக சாந்தி' பண்ணிவிட்டு வீடு நோக்கி மோட்டாரை ஒட்டிக் கொண்டு திரும்பும் 'துரைமார்'களுக்கும், சென்னை நகர சபையார் சாலை யெங்கும் நிறுத்தி வைத்துள்ள விளக்குக் கம்பங்களிடம் சிறப்பான ஒரு மோகம் இருப்பதை நம்மில் பலர் பார்த்திருப்போம். இவர்கள் மோட்டாரை ஒட்டிக் போய்க் கம்பத்தில் மோதினார்களோ இல்லையோ, கம்ப மானது அப்படியே பொர பொர என்று நொறுங்கி உதிர்ந்து விடும். பட்டணத்தில் மோட்டார் விட்டவர் களில் ஒரு விளக்குக் கம்பமாவது உடைக்காதவர்கள் இருக்கமாட்டார்கள். எவ்வளவோ கனமான பெரிய, விளக்குக் கம்பம் நொறுங்கி விழும்போது, மோட்டாரின் முன்புறமுள்ள பம்பர் (முட்டுத்தாங்கி) கொஞ்சமும் சேத மடையாது. முட்டுத் தாங்கி மிகவும் சிறியது; கால் அங்கு லப் பருமன்தானிருக்கும்; இது உடைவதில்லை. அரையடி, முக்காலடிக் குறுக்களவும் முப்பதடி உயரமுமுள்ள கம் பம் உடைகிறது. இந்தக் கம்பத்துக்கு மோட்டார்கார்கள் மீது ஏன் இந்த அபிமானம் என்று கேட்கத் தோன்று கிறதல்லவா?

இதற்குக் காரணம், விளக்குக் கம்பம் வார்ப்பிரும் பாலானது, மோட்டாரின் முட்டுத் தாங்கி எஃகாலானது என்பதாகும். அதாவது, கமபம் செய்த இரும்பில் 10 சத வீதம் (பத்திலொரு பங்கு) வேறு வஸ்துக்கள் (அசுத்தம்) கலந்திருக்கும்; இதில் 5 சதவீதம் வரையில் கரியிருக்கும்; மிச்சம் வேறு வஸ்துக்கள்; கந்தகம், பாஸ்பரஸ், மாங்கனீஸ், ஸிலிகன் என்பன. இவற்றுள் எது எந்த அளவு இரும்பில் இருக்கிறது என்று, வார்ப்பிரும்பைப் பொறுத்த வரையில் சோதிப்பதோ நிர்ணயிப்பதோ இல்லை. ஆனால், முட்டுத் தாங்கி செய்த எஃகின் நிலைமை வேறு. இதில் அன்னிய வஸ்து இன்னதுதான் உண்டு என்பதும், இவ்வளவுதான் என்பதும், சோதனை மூலம்

திட்டமாகத் தெரியும். தவிர, இதில் சேர்ந்துள்ள கரியும், ஆயிரத்தில் 2 பங்கு முதல் 15 பங்குக் குள்ளாகவே (அதாவது ஒன்றரை சத வீதத்துக் குள்ளாகவே) இருக்கும். இந்தக் கலப்புத்தான், முட்டுத் தாங்கியின் உறுதிக்கும் கம்பத்தின் பொரபொரப்புக்கும் காரணமாகிறது.

சுத்தமான இரும்பென்பது, அதாவது 100க்கு 100 பங்கு முழுமையும் இரும்புதான் என்று சொல்லக் கூடிய இரும்பு, இதுவரை யாரும் செய்ய முடிந்ததில்லை. இதுவரை செய்ய முடிந்ததெல்லாம், இருபதாயிரத்தில் ஒரு பங்கு அசுத்தம் அடங்கிய இரும்புதான். சுத்தமான இரும்புக்கு உறுதி கொஞ்சமும் இல்லை; எனவே, விசேஷமாக எந்த உலோக வேலைக்கும் அது பயன்படாது. ஆகவே, அதில் இயற்கையாய்க் கலந்துள்ள அசுத்தங்களில் சிலவற்றைப் போக்கியும், சிலவற்றைப் போக்க முயலாமலும், வேலைக்கு உபயோகிக்கிறார்கள். இவ்விதம் உபயோகிப்பது, பொதுவாய் மூன்று வகைப்படும். முதல் வகை, வார்ப்பிரும்பு; மேற் குறிப்பிட்டபடி இதில் அசுத்தம் சாதாரணமாய் 2—5 சதவீதமும், 5—10 சதவீதமும் இருக்கும்; சில விசேஷ வகைகளில் 19 சதவீதம் வரையிலும் உண்டு. இரண்டாவது, தேனிரும்பு; தொழில் முறையில் பயன்படுகிற இரும்புக் கலப்புக்கள் அனைத்திலும் இதுவே மிகவும் சுத்தமானது; அசுத்தம் இதில் 1 சதவீதமே இருக்கக்கூடும். மூன்றாவது வகை, எஃகு. இதில் அசுத்தம் $1\frac{1}{2}$ அல்லது 2 சதவீதம் வரையிருக்கும். செயற்கையாகவே இதில் பல வேறு வஸ்துக்கள், பல வேறு அளவில் சேர்க்கப்படுகின்றன. இவற்றை யொட்டி, எஃகும் பல்லாயிரம் வகையில் உள்ளது. தவிர, தோய்ச்சல் முதலான சில தனித்த தொழில் முறைகளும் இதற்கு உள்ளன. இங்கு முதலாவதான வார்ப்பிரும்பை மட்டும் கவனிப்போம்.

ஏழாம் அத்தியாயத்தில், வெப்பக் காற்றுலையின் மூலம், தாதுவிலிருந்து இரும்பு செய்வதைப் பார்த்தோம். இப்படிச் செய்த இரும்பை நாம் உருக்கு - இரும்பு என்று சொல்வோம். (ஆங்கிலத்தில் இதற்குப் பன்றியிரும்பு என்ற பெயர் வழங்கும்; பன்றி உருவத்தில் அமைந்த ஓர் அச்

சில், உருகிவரும் இருப்புக் குழம்பை வார்த்தெடுப்பதால், பன்றிஇரும்பு என்ற பெயர் தோன்றிற்று.) இந்த உருக்கை அப்படியே எந்த வேலைக்கும் உபயோகிப்பதில்லை. இதைப் பல சமயங்களில் குழம்பாகவே எஃகுத் தொழிற் சாலைக்குக் கொண்டுபோய் எஃகு செய்ய உபயோகிக்கிறார்கள். அதேபோல, மறுபடியும் இதை வேறு சிறிய உலைக் கூடத்தில் சுத்தப்படுத்தி வார்ப்பிரும்பு செய்கிறார்கள். அதிகச் செலவு ஏற்படாமல் இது செய்ய முடிகிறது. கெடுதலான பல அசுத்த வஸ்துக்களை இதன்மூலம் நீக்கவும் முடிகிறது.

உருகிய நிலையில் வார்ப்பிரும்பானது நன்றாய் ஓடக் கூடியது. இதனால், வார்க்கிற அச்சில் சற்றே சிக்கலான அமைப்பு இருந்தாலுங்கூட, அங்கெல்லாம் இது ஓடி நிரம்பி உறைய வல்லது. ஆயினும், சூடாயிருப்பினும் ஆறியிருப்பினும், இதன் இயல்பான பொர பொரப்பு இதை விட்டு நீங்குவதில்லை. ஆதலால், இதனிடம் சம்மட்டி வைத்து எந்த வேலையும் செய்ய இயலாது.

கிடைக்கிற இரும்புத் தாதுவுக்குத் ஏற்றபடி, உலையிலிருந்து வெளிப்படுகிற உருக்கிரும்பிலும் சொற்ப வேறுபாடுகள் காணப்படுவது இயற்கை. இவற்றுக்கு ஒத்தபடி, வார்ப்பிரும்பும் சில வேறுபாடுகளுடையதா யிருக்கும். இவற்றுள், பெரிய தொழிற் கூடங்களில் திட்டமான இரண்டு தனி ரகங்கள் செய்கிறார்கள்; ஒன்று வெண்ணிற வார்ப்பு; மற்றது சாம்பல் நிற வார்ப்பு. வார்ப்பிரும்பில், இரும்புடன் கலந்துள்ள அசுத்த வஸ்து, கரி என்று முன்னமே கூறினோம். இவ்விருவகை வார்ப்பிலும், கரி யுண்டு ; அதுவும், $2\frac{1}{2}$ சதவீதம் முதல் 4 சதவீதம் வரையில் தானிருக்கும். வேறுபாடெல்லாம், எந்த ரூபத்தில் இந்தக் கரி இரும்பில் சேர்ந்திருக்கிறது என்பதைப் பொறுத்த தாகும்.

இயற்கையில் கரியானது மூன்று ரூபத்தில் காணப்படுகிறது ; ஒன்று, கரி (கார்பன்); இரண்டு, வயிரம் ; மூன்று, கிராபைட். (கறுப்பாக எழுதுகிற பென்சிலில் எழுதுகிற வஸ்து இந்தக் கிராபைட் என்ற கரிதான்.) கரியானது கிராபைட் ரூபத்தில் கலந்துள்ள வார்ப்பானது, சாம்பல் நிற வார்ப்பு. இந்த வார்ப்புச் சட்ட

மொன்றை ஒடித்தால், ஒடித்த இடம் சாம்பல் நிறமா யிருக்கும்; இதனால்தான் இதற்குச் சாம்பல் நிற வார்ப் பிரும்பு என்ற பெயரும் வந்தது. கிராபைட் கரி மிருதுவும் வழவழப்பு முடையது; இதன் கலப்பால் சாம்பல் நிற வார்ப்பும் சற்றே மிருதுவா யிருக்கும்; இயந்திரத்தால் கடைவது முதலான வேலைகளுக்குக் கொஞ்சம் நயமா யிருக்கும்; பொர பொரப்பும் கொஞ்சம் குறைவானது.

இரும்பும் கரியும் சில சமயம் இரசாயன ரீதியாக ஒன்றோடொன்று கூடிவிடுவதுண்டு. இப்படிக் கூடிய உப்பை இராசயன பரிபாஷையில் இருப்புக் கார்பைடு என்பார்கள். இதற்கே, உலோகத் தொழில் பரிபாஷை யில் சிமென்டைட் என்ற பெயரும் வழங்கும். வெண்ணிற வார்ப்பிரும்பில் அடங்கியுள்ள கரியவ்வளவும் இந்த சிமென்டைட்டாகவே யுள்ளது. இவ்விரும்புச் சட்ட மொன்றை உடைத்தால் உடைபட்ட இடம் வெண்ணிறமா யிருக்கும்; இது பற்றித்தான் இதற்கு வெண்ணிற வார்ப் பிரும்பு என்ற பெயர் வந்தது. சிமென்டைட் என்பது மிகவும் அழுத்தமானது. ஆகவே, வெண்ணிற வார்ப்பிரும் பும் மிக்க அழுத்தம் (திண்மை) உடையது; ஆனால் பொர பொரப்பு மிகுதி; கெடாமலிருக்கக் கூடியது.

காய்ச்சி உருக்கிய உருக்கானது, வார்ப்பாகும் போது வெண்ணிற வகையாகிறதா சாம்பல் நிற வகையாகிறதா என்பது, ஓரளவுக்கு அதை ஆற வைக்கும் பக்குவத்தைப் பொறுத்தது. மிகவும் விரைவாக ஆறவைத்து விட்டால், வெண்ணிற வார்ப்பாகிறது. தகடு சுருட்டும் யந்திரங்கள் முதலியவற்றிற்கு வேண்டிய வார்ப்பு உருளைகள் தயாரிக் கும்போது, வார்ப்பிரும்பை இங்ஙனம் அமையுமாறு விரைவாய் ஆறச்செய்வார்கள். இதனால், பெரிய உருளை களின் வெளிப்புறம் விரைவில் குளிர்ந்து வெண்ணிற வார்ப் பாகிறது; இது உறுதியும் அதிகமுடையது. அதே உருளை யின் உட்புறம் மெதுவாகத்தான் ஆறுமாகையால், அது சாம்பல் நிற வார்ப்பாயிருக்கிறது.

தவிர, வார்ப்பில் அடங்கியுள்ள ஸிலிகனும், வார்ப்பு வெண்ணிறமா சாம்பல்நிறமா என்பதை நிர்ணயிக்கிறது; 1 சதவீதம் இருந்தால் வெண்ணிற வார்ப்பு; 3 சதவீதம்

இருந்தால் சாம்பல் நிறமாம். அப்படியே,குரோமியக் கலப் பிருந்தால் வெண்ணிற வார்ப்பு; நிக்கெல் கலப்பிருந்தால் சாம்பல் நிற வார்ப்பு.

மோட்டார் காரில், இயந்திரமுள்ள ஸிலிண்டர் பகுதி யெல்லாம், சாம்பல் நிற வார்ப்பாலானது; ரெயில் என்ஜின் முதலியவற்றிலும் இப்படியேதான். விளக்குக் கம்பம், சாலையின் பெயரெழுதியுள்ள கம்பம், பெரிய தண்ணீர்க் குழாய், அடுப்புக்கள், கையால் வீசும் வெடிகுண்டுகளின் கூடு முதலியன யாவும் இதனாலானவை.

வெண்ணிற வார்ப்பிலிருந்து, சில தொழில் முறைகள் மூலம், மற்றொரு சிறந்த வகை வார்ப்பு செய்கிறார்கள். இது சொற்ப நெகிழ்ச்சியுடையதா யிருக்கிறது; 'நெகிழும் வார்ப்பு' என்பது இதன் பெயர். வெண்ணிற வார்ப்பி லுள்ள சிமென்டைட்டானது சொற்ப கிராபைட்டாகப் பிரிந்து விடுகிறது; இதனால்தான் இந்த நெகிழ்ச்சி. இந்த வார்ப்பு, அதிர்ச்சி தாங்கவேண்டிய இயந்திரப் பகுதி களுக்கு உபயோகமாகிறது. போர் மோட்டார்களின் கவசம், சைக்கிள் இணைப்புக்கள், விவசாயக் கருவிகள் முதலியன இவ் வார்ப்பால் செய்யப் பெறுகின்றன.

பொதுவாக வார்ப்பிரும்பு பொர பொரப்புடையதா யினும், உருக்கி வார்க்க எளிதாகையாலும், தீயைத் தாங்குமாகையாலும், தீ வழங்கும் அடுப்பு, கணப்பு முதலியவற்றுக்கெல்லாம் இதுவே ஏற்றது. தேனிரும்பை யும் எஃகையும் விட இதில் துரு குறைவு. எனவே, தண்ணீர்க் குழாய், சாக்கடைக் குழாய், நீர்த் தொட்டி முதலியவற்றுக்கும் இதுவே ஏற்றது.

சாதாரண வார்ப்பிரும்பை கந்தகத் திராவகம் போன்றவை அரித்துவிடும். ஆனால், 12–19 சத வீதம் வரையில் ஸிலிகன் சேர்ந்த வார்ப்பிரும்பைத் திராவகங்கள் அரிப்பதில்லை; இது மிகுதியும் பொர பொரப்புடையது என்பது வெளிப்படை.

9. தேனிரும்பு

தேனிரும்புதான் மற்றைய இரும்பினும் பார்க்கச் சுத்தமானது என்று முன்னமே குறிப்பிட்டோம். தொழில்களில் உபயோகமாகிற பல்வகை இரும்பில் இதுவே மிகவும் சுத்தமானது. இப்படி உலைக்கூடத்தில் இரும்புத் தாதுவை உருக்கி அதிலிருந்து இரும்பு வரும்போது சுத்தப்படுத்தி எடுப்பது கஷ்டமான வேலை. உருக்கிரும்பையும் ஹேமடைட் என்ற இரும்புத் தாதுவையும் சேர்த்துக் காய்ச்சி, தேனிரும்பு எடுப்பார்கள். உருக்கு 1200 டிகிரியில் உருகிவிடும்; ஆனல், தேனிரும்பு அந்த நிலையில் உருகியிராது, கட்டியாகிவிடும்; ஏனெனில் இதன் உருகு நிலை 1500 டிகிரி. ஆகவே உருக்கை எடுக்கும்போது, அவ்வப்போது பக்குவமாக, தேனிரும்பையும், உருகியதும் உருகாததுமாகத் திரட்டி எடுத்துக்கொள்வது வழக்கம். உருக்கையும் ஹேமடைட்டையும் சேர்த்துக் காய்ச்சும்போது, இத் தாதுவில் கலந்துள்ள ஆக்ஸிஜன், உருக்கில் கலந்துள்ள அசுத்தங்களான கந்தகம், பாஸ்பரஸ், ஸிலிகன், கரி என்பவற்ருேடு கூடி, அவற்றை வேறு பிரித்து விடுகிறது. பிரிக்கவே, ஹேமடைட்டில் ஆக்ஸிஜன் நீங்கியபின் மிச்சமுள்ள இரும்பும், உருக்கில் பிரிந்த அசுத்தங்கள் போக மிச்சமுள்ள இரும்பும் சேர்ந்து, சுத்தமான இரும்பாகின்றன. இச் சேர்க்கையில் அசுத்தம் நூற்றிலொரு பங்கு இருக்கக்கூடும். இதுவே தேனிரும்பு.

தேனிரும்பு மிருதுவானது; நார் போன்ற அமைப்புடையது; கெட்டியானது, நெகிழ்ச்சியுடையது. எனவே, காய்ச்சாமலே கம்பியிழுக்கலாம், வளைக்கலாம்; ஒடியாது, அதிர்ச்சி தாங்கும், துருவும் கொஞ்சம் குறைவுதான். குழாய், சங்கிலி, ஆணி, கீல், மறை, திருகாணி முதலான பல வேலைகளுக்கு இதுவே உபயோகமாகிறது. பலவகையான நாட்டு உலோக வேலைகளுக்காகக் கடையில் போய் வாங்குகிற 'முத்திரை யிரும்பு' இத் தேனிரும்பை யொத்ததே.

பிரான்ஸ் தேசத்தின் தலைநகரான பாரிஸ் நகரிலுள்ள ஈபல் கோபுரம் என்ற கோபுரத்தில் 7,300 டன் எடையுள்ள தேனிரும்பு உத்தரங்கள் உபயோகிக்கப் பெற்றுள்ளனவாம். அது கட்டிய காலத்தில், எஃகு விரிவாய் உபயோகத்துக்கு வரவில்லை; அதற்கு முந்தி, வார்ப்பு இரும்புதான் எங்கும் விரிவாய் உபயோகிக்கப் பெற்றுவந்தது. எனினும், தேனிரும்பு இத்தகைய பாரந் தாங்கும் வேலைக்கு ஏற்றதன்று; காரணம், அதற்கியல்பாயுள்ள நெகிழுந் தன்மை. இங்கிலாந்திலுள்ள டே என்ற ஆற்று ரெயில் பாலம் தேனிரும்பால் போட்டிருந்தது. ஒரு சமயம் அதன்மீது ரெயில்போனபோது, புயலும் அடித்தது. அப்போது, (29-12-1879,) அப்பாலம் தளர்ந்து உடைந்து விட்டது. நூற்றுக்கு மேலான உயிர்ச் சேதம் ஏற்பட்டது. இதன் பின்னரே, தேனிரும்பு இத்தகைய வேலைக்கு ஏற்றதன்று என்ற திட்டமான அறிவு ஏற்பட்டது. வார்ப்பு, தேனிரும்பு என்ற இரண்டையும் விட அதிக உறுதி வாய்ந்த எஃகுத் தொழில், இவ்வித அனுபவங்களைக் கொண்டுதான் வளர்ந்தது.

---

10. எஃகு

எஃகு என்பது மேலை நாடுகளில் நூறு வருஷங்களுக்கு முன் மிகவும் அருமையாம். வாள் செய்யவும், சில வில்லுகள் செய்யவுமே அபூர்வமாய் உபயோகிக்கப் பெற்றதாம். ஆனால், நம் நாட்டில் நெடுங் காலமாக எஃகுத் தொழில் இருந்து வந்திருக்கிறதென்று சொல்ல முடியும். பண்டைத் தமிழ் நூலான திருக்குறள் இரண்டிடங்களில் எஃகைக் குறிப்பிடுகிறது. சிலப்பதிகார உரைகாரர், எஃகு செய்யப்பெற்ற தொழிற்சாலைகளை,

'உருகக் காய்ச்சி எரிதற்கு எஃகு பட்டிருக்கும் உலைகள்' என்று குறிப்பிடுகிறார். இப்படியெல்லாம் எஃகு நம்மவருக்குப் பண்டைக் காலத்திலேயே பெரிதும் பழக்கமாயிருந்துங் கூட, எஃகுத் தொழில் நம் நாட்டில் இயந்திர சாஸ்திரமாக வளர்ந்ததில்லை; மேலை நாடுகளில்தான் இப்படி மிகுதியாக வளர்ந்திருக்கிறது.

உறுதிக்குப் பெயர் பெற்றது எஃகு. இந்திய அதிகார வர்க்கத்தை பிரிட்டிஷ் சர்க்காரின் எஃகுச் சட்டம் என்று குறிப்பிடுவது இந்தக் கருத்தில்தான். (ஸ்டீல் என்பது எஃகைக் குறிக்கும் ஆங்கிலச் சொல்.) உடல் வலியும், அதனினும் சிறப்பாக, உளவலியும் படைத்தவனை எஃகு மனிதன் என்று ஆங்கில மரபையொட்டிக் குறிப்பிடும் வழக்கமும் இவ்வுறுதியைத்தான் காட்டுகிறது.

இரும்புடன் கரி சேர்ந்ததுதான் எஃகு; இதில் தோய்ச்சலொன்றே முக்கியமானது. வார்ப்பிரும்பில் அசுத்தங்கள் பல உள்ளன; எஃகு செய்வதில் இவை எடுபட்டுப் போகின்றன. சாமானியமாய்ப் பயன்படுகிற எஃகில் ஆயிரத்தில் 2 பங்கு கரி சேர்ந்திருக்கும்; அதிகமானால் ஆயிரத்தில் 15 பங்காகும் (ஒன்றரைச் சதவீதம்.) அசுத்தம் என்று நாம் குறிப்பிடுவது, இரும்பல்லாத மற்ற வஸ்துக்களை; இவை கந்தகம், பாஸ்பரஸ், ஸிலிகன், மாங்கனீஸ் முதலியவை. கந்தகம் கலந்திருப்பது எஃகுத் தொழிலுக்குக் கெடுதல் செய்கிறது; ஆனால் மாங்கனீஸ் கலந்திருப்பது, பல விதங்களில் அனுகூலம் செய்கிறது. ஆகவே, எஃகுத் தொழில் என்பது, முக்கியமாய், இரும்பில் கலந்துள்ள நன்மை தரும் அசுத்த வஸ்துவை வைத்துக்கொண்டு, தீமை தரும் அசுத்த வஸ்துவை மட்டும் நீக்குவதாகும்; சில சமயங்களில், ஆராய்ச்சியிற் கண்டபடி பயனுள்ள வேறு உலோகங்களான குரோமியம், நிக்கெல், டங்ஸ்டன் முதலியவற்றைக் கலப்பதும்கூட எஃகுத் தொழிலாகும்.

எ.:கு செய்யும் முறை—பெஸ்ஸெமர் முறை

எஃகு செய்வதில், உருக்கிரும்பில் காணப்படும் அசுத்தங்களைப் போக்குவது முதற்படி. பெஸ்ஸெமர் என்பவர்

1856இல் புதிய முறையொன்றைச் செய்து காட்டினர். இதன் மூலம் எஃகு செய்வது எளிதாய்ப் போய்விட்ட படியால், விலை ஐந்திலொரு பங்காய்க் குறைந்து விட்டதாம். இம்முறையின் மூலம் ஏராளமாய் எஃகு உற்பத்தி செய்வது சாத்தியமாயிற்று.

உருக்கிய உருக்கிரும்பில் காற்றைச் செலுத்தி, அசுத்தங்கள் யாவும் காற்ருேடு எரிந்துபோகும்படி செய்வதே அவரது முறை. இந்த முறை ஆரம்பத்தில் மிக்க பயங்கரமா யிருந்ததாம். இன்றுங்கூட, மற்றெல்லா வகை உலோகத் தொழில் முறைகளையும்விட, இதுவே பெரிய வாண வேடிக்கைபோல் தோற்றமளிக்கிற காட்சியா யிருக்கிறது.

தொடக்கத்தில் பெஸ்ஸெமர் செய்த எஃகு பொர பொரப்புடையதாயும், காற்று நுழைந்த துவாரமுடைய தாயுமிருந்தது. பின்னர், எஃகை உருக்கி ஊற்றுமுன் அதில் கொஞ்சம் இரும்பு மாங்கனீஸ் கலவையைச் சேர்ப்பதன் மூலம் இக் குறைகளைப் போக்க முடிந்தது.

பெரிய பீப்பாய்போன்ற சால் ஒன்று இருக்கிறது. இதை ஒரு பக்கம் சாய்க்கக்கூடிய விதமாய்க் கால் வைத்து நிறுத்தியிருக்கிறது. இதைச் சாய்த்து இதனுள், உருக்கிய இரும்பைக் கொட்டுகிருர்கள். இது சுமார் 5 டன் முதல் 30 டன் வரையில் இரும்பு கொள்ளும். கொட்டவேண்டிய அளவு இதனுள் கொட்டி நிறைத்தவுடன், இதை நிமிர்த்து நிறுத்துகிருர்கள். இச் சாலின் அடியில் பல துவாரங்களுள்ளன. வெளியிலிருந்து ஒரு குழாய் மூலமாய்த் தக்க கருவிகொண்டு இத் துவாரங்களில் காற்றை ஊதுகிருர்கள். ஊதிய காற்று, கொப்புளித்துக்கொண்டு, உருக்கிய இரும்பினுள் புகுகிறது. புகுந்தவுடன், மிக்க உஷ்ணம் காரணமாய்க் காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜன், கொஞ்ச இரும்போடு கூடி, இரும்பு ஆக்ஸைடாகிறது. இவ்வாக்ஸைடு இரும்பில் கரைந்து போகிறது. கரைந்ததும், அவ்விரும்பில் ஏற்கெனவே சம்பந்தப்பட்டுள்ள அசுத்தங்களாகிய ஸிலிகன், மாங்கனீஸ், கரி முதலியவற்ருேடு சம்பந்தப்படுவதனுல், இவ்வாக்ஸைடு தன்னிடமுள்ள ஆக்ஸிஜனை அவ்வசுத்தங்

களுக்குக் கொடுத்து, அவற்றை அவ்வவ் வாக்ஸைடு களாக்கி வெளிப்படுத்தி விட்டு, தான் மறுபடியும் இரும்பாகிவிடுகிறது. கரியின் ஆக்ஸைடுகள் வாயுவாக வெளியே போகின்றன. மற்றவை கழிவுப்பொருளாய்த் திரண்டு மிதிக்கின்றன.

இந்த முறைப்படி எஃகு உற்பத்தி வேலை நடக்கும் போது, பார்க்க மிக்க கவர்ச்சியா யிருக்கும். காற்றை முதலில் ஊதியதும், உருக்கின் மேற்புறத்தில், மின்னல்போன்ற ஒளி உண்டாகும்; பொறி பறப்பது போலவும் தோற்றும். இதன் பின் பழுப்பு நிறப் புகை அதிகமாய் வெளிப்பட்டுப் போகவே, மங்கலான செந்நிறமுள்ள சுவாலை சிறிது நேரம் தோன்றும். இவ்வளவும் ஆறு நிமிஷத்தில் பூர்த்தியாகும். இதன் பொருள், இரும்பில் கலந்திருந்த மாங்கனீஸும் ஸிலிகனும் எரிகின்றன என்பதாகும். கூடவே கொஞ்சம் கரியும் எரிந்துபோன போதிலுங் கூட, அவை யிரண்டும் எரிந்துபோய் முடிந்தபின், கரி எரிய ஆரம்பித்து முடிகிறது. இப்படி இவை எரிவதால், முன்னம் செ. 1300 டிகிரியா யிருந்த இரும்பின் உஷ்ணமானது 1600 டிகிரியாகிறது. முடிவில் வெண்ணிறச் சுவாலை தோன்றிப் பெருகி, 30 அடி உயரம் வரையிலும் எழும்பி எரிகிறது; பயங்கரமான பெரிய சத்தமும் கேட்கிறது. பின்னும் கொஞ்ச நேரத்தில் இதுவும் அடங்கி விடுகிறது. எடு படக்கூடிய அசுத்தங்கள் எடுபட்டு விட்டன என்பதை இது காட்டுகிறது. காற்று ஊத ஆரம்பித்தது முதல் சுமார் 20 நிமிஷத்துக்குள் இவ்வளவும் நடந்துவிடும். பின்னர் சாலைச் சாய்த்து மற்றோர் அகப்பை போன்ற பெரிய சாலில் இரும்பைக் கொட்டிவிடுவார்கள்.

இன்னும் எஃகு உண்டாகி விடவில்லை. பெரும் பகுதி இரும்பு சுத்தப்பட்ட போதிலுங்கூட, இன்னும் அது துவாரமுடையதாயும் பொர பொரப்பாயுமே இருக் கிறது. சாலில் சாய்க்கும் தருணத்தில், முற்கூறிய இரும்பு - மாங்கனீஸ் கலவையைச் சிறிதளவு சேர்ப்பார் கள். இதிலுள்ள மாங்கனீஸ் மீண்டும் அவ்விரும்பில் கரைந்து, கொஞ்ச நஞ்சமுள்ள இரும்பு ஆக்ஸைடை, கழிவுப் பொருளாக வெளிப்படுத்துகிறது. ஆக்ஸிஜனை

வெளிப்படுத்த வேண்டி, இந்த நிலையில் சொற்ப அலுமினியம் சேர்ப்பது முண்டு. இவையெல்லாம் ஆனபின் முடிவாக, ஆந்த்ரஸைட் (நிலக்கரியில் ஒருவகை) ரூபத்திலுள்ள கரியை, எஃகு என்ன வீதப்படி கரி கலந்திருக்க வேண்டுமோ அந்த வீதம் வரும்படி கலப்பார்கள். இரும்பு மாங்கனீஸ் அலுமினியம் முதலியவற்றைச் சேர்க்கும்போது, இரும்பிலுள்ள அசுத்தமாகிய ஆக்ஸிஜன் வெளிப்பட்டு இவற்றோடு கூடுவதாகிய மாறுதல் நடப்பதால், இரும்பு கொதிக்கும். கொஞ்ச நேரம் கொதித்துத் தணிந்தபின், அமைதியாக அடங்கிவிடும். தொழிற்காரர்கள் இந்த நிலையில் இரும்பு 'செத்து விட்டது' என்று கூறுவார்கள். இதுவே வேலைக்கு ஏற்ற எஃகு.

இந்த முறைப்படியே இன்னும் எஃகு செய்யப்பெற்று வருகிறது. இது பல அசுத்தங்களைப் போக்கிவருகிறதாயினும், பாஸ்பரஸ் என்ற அசுத்தத்தை எடுக்க வில்லை. இந்த முறையில் பாஸ்பரஸ் எடுபடாதாகையால், நல்ல எஃகு வேண்டும்போது, பாஸ்பரஸ் மிகவும் குறைவாயுள்ள உருக்காகத்தான் இம் முறைக்கு உபயோகிக்க வேண்டும். தவிர, உபயோகிக்கும் சாலின் உட்புறத்தில் டோலொமைட் (மக்னீஷியம் கால்ஸியம் என்ற இரண்டு உலோகங்களின் கார்போனேட் உப்பு) என்ற சூடேறுக் கல்லைக் கொண்டு உட்புறம் சுவர்வைத்துவிட்டால, இரும்பின் சூடு ஆறாதபடி இது காப்பதோடு, இரும்பிலுள்ள பாஸ்பரஸையும் இது இழுத்து விடுகிறதாம்.

திறந்த அடுப்பு முறை

முந்தியதிலும், இதுவே அதிகம் பயனுள்ள முறை. இரும்பிலிருந்து வெளிப்பட்டு எரியாதுபோகிற வாயுக்களைக் கொண்டு வந்து எரியச் செய்து, இதன் மூலம் கரிகளைச் சூடேற்றி, உள்ளே நுழையும் காற்று இக்கரிகளில் நுழைந்து வரும்போது, சூடேறி வரும்படி செய்வதே இம் முறையின் சிறப்பாகும். இவ்விஷயத்தில் இது ஏழாம் அத்தியாயத்தில் குறிப்பிட்ட வெப்பக் காற்றுலையில் அனுசரிக்கும் முறையை ஒத்தது. இம்முறையில் உபயோகிக்கும் சால்கள் 70—100 டன் உருக்கிரும்பு பிடிக்கும்; அபூர்வமாய் 300 டன் பிடிப்பவையும் உள்ளன.

முன்னே கூறியபடி, இரும்புத் தாதுவிலிருந்து உருக்குத் தயாரிக்கும் வெப்பக் காற்றுலையுள்ள இடத்திலேயே எஃகுத் தொழிற்சாலையும் சேர்ந்திருந்தால், வேலை இன்னும் விரிவாக நடைபெற இயலும். 1000 டன் கொள்ளக்கூடிய சேமிப்புச் சாலொன்று வைத்திருப்பார்கள். இதில், தாதுவிலிருந்து தயாரிக்கிற உருக்கை 40—100 டன் கொள்ளும் வாளிகளில் பிடித்து வந்து கொட்டுவார்கள். தவிர, அங்கங்கே சேகரித்த குப்பை எஃகையும் இதில் போட்டு உருக்கி வைப்பார்கள். பின்னர் இதிலிருந்து தேவையான அளவு எடுத்துச் சாலில் போட்டு எஃகு செய்துவருவார்கள்.

எஃகிலுள்ள கரியை அளவுபடுத்துவதில் இரண்டு வழிகள் உள்ளன. ஒன்று, முற்கூறியபடி அசுத்தங்களைப் போக்கும்போது கரியையும் அடியோடு போக்கிவிட்டு, பின்னர் ஏற்ற கரியை (ஆந்த்ரஸைட் அல்லது கிராபைட்) திட்டமான அளவுப்படி சேர்ப்பது. மற்றென்று, கரியைப் போக்கிக்கொண்டே வருகையில், இன்ன அளவு கரி எஃகுக்கு ஏற்றது என்ற நிலைக்கு வந்ததும், மிச்சத்தைப் போக்காமல் நிறுத்திக் கொள்வது.

மேற் கூறிய இரண்டு முறைகளில், திறந்த அடுப்பு முறை முடிய 7—16 மணி நேரம் பிடிக்கும். மணியொன்றுக்குச் சுமார் 7 முதல் 10 டன் வரையில் எஃகு தயாராகும். பெஸ்ஸெமர் முறையில், மணியொன்றுக்கு 70 டன் தயாராகும். ஆனால் திறந்த அடுப்பு முறை மெதுவா யிருந்தபோதிலும், கிடைக்கும் எஃகு தரத்தில் மேலானது.

மிகவும் உயர்தரமான கலப்பெஃகு வகைகளை இந்த விதமாய்ப் பெருவாரியாய்ச் செய்ய வியலாது. செய்கிற முறையில் ஒவ்வொரு படியையும் மிக்க கவனத்தோடு கவனித்துச் செய்யவேண்டிவரும். உலைக்குள்ளேயே அசுத்த வஸ்துக்கள் எரியும்போது, இவற்றால் சொற்ப அசுத்தம் மிஞ்சவோ மேலும் ஏற்படவோ நேர்வதைத் தடுக்க முடியாது. இதைத் தடுக்க, மின்சாரத்தால் எரிக்கும் முறையைப் பரீட்சித்துப் பார்த்தார்கள். இது செலவு

அதிகம். எனவே, முடிவான வேலைகளுக்கு மட்டுமே மின்சார உஷ்ணத்தை உபயோகிக்கிறார்கள்.

இங்ஙனமாகச் செய்யப் பெறுகிற எஃகுதான் விரிந்த தொழில் துறைகள் அனைத்திலும் மிகுதியாய்ப் பயன் படுகிறது. 'மேரியாசி' என்ற கப்பலில் உபயோகித்திருந்த எஃகு சுமார் 80 ஆயிரம் டன்னும்; மற்றெல்லா உலோகங்களும் சேர்ந்து அதில் இருநூறு முந்நூறு டன் தானிருக்கும். ரெயில்வே முதலியவற்றில் உபயோகமாகும் எஃகு, கோடிக்கணக்கான டன் அளவில் இருக்கும்.

---

11. எஃகும் கரியும்

வார்ப்பிரும்பு, எஃகு என்பவற்றைக் குறித்து முந்திய அத்தியாயங்களில் பார்த்தவற்றால், இரும்புத் தொழிலில் கரி எப்படிச் சம்பந்தப் படுகிறது என்பது சிறிதளவு தெரியவந்தது. சுத்தமான இரும்பில் கரியைச் சேர்க்கவே ஆரம்பத்தில் இரும்பின் திண்மையும் உறுதியும் பெருகின. உதாரணமாக, 0·4 சதவீதம் (ஆயிரத்தில் 4 பங்கு) கரி சேர்ந்த இரும்பானது, சுத்தமான இரும்பைவிட இரண்டு மடங்கு உறுதியானது; 1·0 சத வீதம் கரி சேர்ந்த இரும்பு, சுத்த இரும்பை விட மூன்று மடங்கு உறுதி யுடையது. ஆனால் ஒரு வித்தியாசம்: உறுதி மட்டுந்தான் பெருகிற்றே யொழிய, நெகிழுந் தன்மை பெருகவில்லை. சுத்தமான இரும்புக்கு, நெகிழுந் தன்மை அதிகம். அப்படியே 0·4 சதவீதம் கரி கூடிய இரும்புக்கு, (இவ்விரும்பை எஃகென்று சொல்லுகிறோம்) தொழில் முறைகளுக்கு வேண்டிய அளவு நெகிழுந் தன்மை (குறிப்பாக இங்கு, கம்பியாக நீளும் தன்மை) இருக்கிறது. ஆனால்

1·0 சதவீதம் கரி சேர்ந்த இரும்புக்கு (இதுவும் எஃகு தான்) உறுதி அதிகமான போதிலுங்கூட, நீளுந்தன்மை குறைந்து விட்டதென்று காண்கிறோம். மேலும் கரியானது 1·0 சதவீதம் முதல் 1·5 சதவீதம் வரையில் அதிகரிக்கும்போது, இரும்பின் திண்மை பெருகுகிறது. ஆனால் உறுதி குறைந்து போகிறது. ஆகவே, சாமானியமாய் உபயோகத்திலுள்ள எஃகெல்லாம் ஒரு சதவீதத்துக்குக் குறைந்த கரியுடையவையே. திண்மை அதிகமிருக்க வேண்டிவரும் கருவிகளுக்கு மட்டுமே, ஒன்றரைச் சதவீதம் கரி கலப்பது வழக்கம்.

ஒன்றரை சதவீதம் முதல் 2·5 சதவீதம் வரையில் கரி கலந்த இரும்பு எங்கும் உபயோகத்திலில்லை. கரி 2·5 சதவீதத்துக்கு மேல் போய்விட்டதானால் அவ்விரும்பை எஃகென்று சொல்வதில்லை, வார்ப்பென்று சொல்லுகிறோம். ஏனெனில், இதற்கு நெகிழுந் தன்மை மிகக் குறைந்து விட்டது. ஆனால், உறுதியும் திறமையும் அதிகம். இதை உருக்கி வார்க்க முடியும்.

எத்தனையோ வேலைகளுக்கு இரும்பு உபயோகப்படுகிறது. எல்லா வேலைகளுக்கும் ஒரே மாதிரியான உறுதியோ நெகிழ்ச்சியோ தேவையில்லை. இத் தேவையையொட்டியே கரியின் அளவும் மாறுகிறது. கப்பலுக்கு எஃகுத் தகடு தைக்கிறார்கள். இத் தகட்டில் உறுதியும் வேண்டும், நெகிழ்ச்சியும் வேண்டும். தவிர இது சுலபத்தில் செய்யக்கூடியதாயு மிருக்கவேண்டும். இதன் பொருட்டு உபயோகிக்கும் எஃகு 0·2 சதவீதம் கரி சேர்ந்தது. க்ஷவரக் கத்தியில் உறுதி தேவை, நெகிழ்ச்சி அதிகம் தேவையில்லை; இதற்குக் கரி ஒரு சதவீதத்துக்குமேல் சேர்ப்பார்கள். இவ்விதம் செய்யும் வெவ்வேறு வகை எஃகுக்கு உதாரணங்களாகப் பின் வருவனவற்றைக் குறிப்பிடலாம் கரி 0·05 சதவீதம் (இரண்டாயிரத்தில் ஒரு பங்கு; இது தேனிரும்பாகிறது)—சங்கிலி. 0·2 சதவீதம்—கப்பல் தகடு. 0·25 சதவீதம்—இருப்புப் பாலம். 0·4 சதவீதம்—ரெயில் வண்டிச்சக்கரம், அச்சு முதலியவை. 0·55 ரெயில்வே தண்டவாளம். 0·7—உளி முதலான கருவிகள். 0·8—உயர் தரமான தையல் ஊசி, குந்தாலி முதலியன. 0·9—சில

இயந்திரங்களிலுள்ள பல்லுச் சக்கரம். 1.0—க்ஷவரக் கத்தி, கோடரி. 1·3—அரம். 1·4—டாக்டர்கள் உபயோகிக்கும் சத்திரக் கருவிகளான கத்தி கத்தரிக்கோல் முதலாயின. 3·0—தண்டவாளத்திலுள்ள பிடிப்புக்கட்டை. 3·5—விளக்குக் கம்பம். (கடைசி யிரண்டும் வார்ப்பிரும்பாகும்.)

இக் கரியின் அளவைக் கொண்டு எஃகிலும் பெயர் பல விதமாய் வைத்திருக்கிறார்கள். 0 25 சதவீதம் வரை கரியுடையது மெல் எஃகு; 0 25 முதல் 0 45 வரையில் உடையது நடுத்தர எஃகு; 0·45 முதல் 1·5 சதவீதம் வரையில் வல் எஃகு (2·5 சதவீதத்துக்கு மேற்பட்டது வார்ப்பிரும்பு.)

தோய்ச்சல்

மாயவரம் வழியாக ரெயிலில் போகிறவர்கள், அங்கு ஸ்டேஷன் மேடையில் சாமான் விற்பவனொருவன் 'ஆலங்குடி பாக்குவெட்டி' என்று கூவுவதைக் கேட்டிருப்பார்கள்; சிலர் இந்தப் பாக்குவெட்டியை வாங்கி மாதிரி பார்த்திருக்கவும் கூடும். பாக்குவெட்டி என்றால் போதாதா, ஆலங்குடி என்று ஏன் சேர்த்துச் சொல்ல வேண்டும் என்று சிலர் நினைக்கக் கூடும். ஆலங்குடி என்ற ஊரில் கொல்லன் ஒருவன் இருந்தான். அவன் செய்த பாக்குவெட்டிகள், நம்பவொண்ணாத உறுதி உடையனவா யிருந்தன. அவை பாக்கைச் சர சரவென்று சீவுவது மட்டுமில்லை; இரும்புக் கம்பியைக் கொடுத்தாலும், நறுக்கு நறுக்கென்று நறுக்கிவிடுமாம். இரும்பை நறுக்கினாலுங் கூட, அவற்றின் முனை மழுங்குவதில்லை, மடிவதில்லை, தெறிப்பதில்லை. இப்படி அவன் மட்டும் ஒரு சிறந்த பாக்குவெட்டி செய்ய முடிவதற்குக் காரணமென்ன?

காரணம் இரும்பென்றால், எல்லோரும் வாங்குகிற இரும்பைத்தான் அவனும் கடையில் வாங்கிக் காய்ச்சிப் பாக்குவெட்டி அடிக்கிறான். தவிர, அவன் செய்கிற இடத்தில் அவனைப் பார்த்து அதே மாதிரி மற்றொரு கொல்லன் செய்தாலும், இவன் செய்கிற பாக்குவெட்டி அவ்வளவு உயர்தரமா யிருப்பதில்லை. ஆகவே, இதன் சிறப்பெல்லாம்,

ஆலங்குடியான் செய்கிற முறையில் இருக்கிறது. இதைத் தோய்ச்சல் என்பார்கள். பாக்குவெட்டி செய்து அதைக் காய்ச்சித் தண்ணீரில் தோய்த்து ஆறவைக்கிறன். எவ்வளவு நேரம் காய்ச்சவேண்டும், உஷ்ணம் எவ்வளவு இருக்க வேண்டும், எப்போது தோய்க்கவேண்டும், எவ்வளவு நேரம் தோய்க்கவேண்டும் என்பது அவனொருவனுக்குத் தான் தெரியும். தவிர, அவனிடம் உஷ்ணத்தை அளக்க உஷ்ணமானியோ, நேரத்தை அளக்கக் கடிகாரமோ இல்லை. ஆகவே, உஷ்ணமும் நேரமும் பற்றிய இந்தப் பக்குவமெல்லாம், அநுபவத்தால் அவன் கண்ணும் கையும் மனமும் அறியும். இன்னதென்று சொல்லிக் கொடுக்கவும் முடியாது, சொல்லவும் அவனுக்குத் தெரியாது.

இப்படி வெவ்வேறிடங்களில் வெவ்வேறு சாமான்கள் பெயர் பெற்றுள்ளன. 'சோழிவளாகத்தான் அரிவாள்' என்பது ஒன்று. 'குதிரை மார்க்கு மண்வெட்டி' என்பது ஒன்று.

சிலசமயம் இப்படிப்பட்ட சிறந்த தோய்ச்சல் திறமை, அந்தந்தக் கொல்லனோடு மறைந்துவிடுகிறது. அவன் பிள்ளைகளுக்கோ, அவனிடம் வேலை பயின்ற மற்றையோருக்கோ அத் திறமை யிருப்பதில்லை. ஆலங்குடி பாக்குவெட்டி முன்னொரு காலத்தில் உறுதிக்குப் பெயர் பெற்றிருந்தது உண்மை. ஆனல் இன்றைக்கும் அப்படியிருக்கிறதென்று கூற முடியாது. காரணம், ஆதியில் செய்து புகழடைந்த கொல்லன் காலமாகிவிட்டான். இப்போது அதே ஊரில் அதே பட்டடையில் செய்த போதிலும், அந்த உறுதி வாய்ப்பதில்லை.

இப்படியாக, தோய்ச்சல் திறமை என்பது குறித்த ஒருவன் கைத்திறமையாக மட்டும் இருந்துவிட்டால், பின்னர் பயனற்றுப் போகிறது. ஆனல், மேலை நாட்டில் இதை ஆராய்ச்சி மூலம் நன்ருய்க் கண்டறிந்து, பெரிய தொழிற்சாலைகளில் எல்லோரும் சுலபமாய்க் கையாளத் தக்க முறையாக வகுத்து விட்டார்கள். இதனல், இத் தொழில் அங்குப் பெரிதும் முன்னேற்ற மடைந்திருக்கிறது. தோய்ச்சலின் தன்மை யாது என்று பின்வரும் சோதனைகளால் தெளிவாய் அறியலாம்.

தைக்கிற எஃகு ஊசி இரண்டு வேண்டும்: ஊசி, வளையக்கூடிய கம்பி ஊசியா யிருக்கக்கூடாது; உயர்தர எஃகு ஊசியாய் இருக்கவேண்டும். இவ்வெஃகு ஊசியைக் கொஞ்சம் வளைக்க முயன்றாலும், வளையாது; மிகவும் அழுத்தமாய் வில்லுப் போலிருக்கும். மெல்லிய குறட்டி ஞல் இதைப் பிடித்து அதிக உஷ்ணமான நிலக்கரி அடுப்பில் இதன் முனையைக் காய்ச்சவும். மிக்க பிரகாச முடையதாய்ப் பழுக்கக் காய்ந்தவுடன், பக்கத்தில் ஒரு கிண்ணத்தில் தண்ணீர் வைத்திருந்து காய்ச்சிய ஊசி முனையை அதில் உடனே நனைக்கவும். தீக்கு நேரே கிண்ணத்தைத் தூக்கிப் பிடித்து, ஒரு விஞடி கூடத் தாமத மிராதபடி நனைக்கவும். ஆறிய பிறகு, ஊசியை எடுத்து அதன் முனையை முன்போல வளைத்துப் பார்த்தால், வளைக்க முடியவில்லை. ஆனல், ஒரு சமயம் பட்டென்று முறிந்து போகிறது. முன்னே இருந்தது போன்ற வில் தன்மை இதனிடம் இல்லை; ஆனல் ஒரு பொர பொரப்பு உண்டா யிருக்கிறது.

இனி, அடுத்த ஊசியை எடுத்து அதன் முனையைத் தீயில் காய்ச்சவும். முந்திய ஊசிபோல் அதிக நேரம் காய்ச்சாமல், முனை பழுத்துச் சிவக்கச்செய்து, சிவந்து கால் நிமிஷநேரம் மட்டும் காய்ச்சவும். பின்னர் தீயை விட்டு எடுத்து, நீரில் தோய்க்காமல் மெல்லத் தானே ஆறும்படி விடவும். இவ்விதம் 'மெல்ல ஆற்றிய' ஊசியைக் கொஞ்ச நேரம் கழித்து எடுத்து வளைத்துப் பார்த்தால், சாமானிய செப்புக் கம்பி வளைவது போல் வளையும். வளைவதோடில்லாமல், வளைந்த பின் நிமிரவும் நிமிராது.

பிறகு, இந்த இரண்டாவது ஊசியை எடுத்து, முதல் ஊசிக்குச் செய்ததுபோல் செய்யவும். அதாவது, இதன் முனையை அதிகம் பழுக்கக் காய்ச்சி உடனே நீரில் நனைக்க வும். முதல் ஊசிபோலவே இதுவும், வளைக்கமுடியாத தாகி, வளைத்தால் ஒடிந்துபோகும். இந்த நிலையில், இதன் நுனியை உப்புத் தாளால் தேய்த்து விட்டு, மறுபடியும் குறட்டால் பிடித்து, தீயில் காட்டவும். தீயில் கொஞ்சம் காட்டியதும், சூடேறியதற் கடையாளமாக அதன்மேல்

மங்கலான ஒரு நீலநிறம் படியும். இது படியத்தொடங்கின வுடனே ஊசியைத் தீயை விட்டு எடுத்துவிடவும். சொற் பங்கூட, சிவந்து பழுக்கலாகாது. தீயை விட்டு எடுத்தபின் மெல்லத் தானே ஆறவிடவும். நன்ருய் ஆறிய பிறகு, எடுத்து வளைத்துப் பார்த்தால், வில்லுப் போல விறைப்பாயிருக் கும்; ஆதியிலிருந்த வில்லுத் தன்மையும் அழுத்தமும் திரும்பவும் இதனிடம் வந்திருக்கக் காணலாம்.

இந்த மூன்று சோதனைகளின் மூலம், தோய்ச்சலின் தன்மை என்ன என்பதை ஒருவாறு நாம் தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது. நல்ல தோய்ச்சலுடைய எஃகை அதிக உஷ்ணம் வரும்படி காய்ச்சித் திடீரென்று நனைத்து ஆற்றினுல் உள்ள தோய்ச்சலும் அடியோடு போகிறது. ஆனுல், இதையே பழுக்கக் காய்ச்சிய பின் திடீரென்று நனைக்காமல், மெல்ல ஆற்றி, மறுபடியும் கொஞ்சச் சூடு ஏறும்படி காய்ச்சி, மீண்டும் மெல்லக் காற்றிலேயே ஆற்றினுல் தோய்ச்சலுண்டாகிறது.

இங்கு உபயோகித்த எஃகானது, 0·7 அல்லது 0·8 சதவீதம கரியுடையது. எனவே தோய்ச்சலென்பது, கரி, உண்டாகிற சூடு, ஆறவைக்கிற நேரம் என்ற மூன்றையும் பொறுத்ததாகிறது. இப்படித் தோய்ச்ச லேற்படுவதன் காரணம், கரியும் இரும்பும் சேர்ந்த அணுக் கூட்டங்களின் அமைப்பில் ஏற்படுகிற மாறுதலாகும். இம் மாறுதல் எத்தகையதென்று ஒவ்வொரு நிலையிலும் மைக்ராஸ்கோப் என்ற பெயருடைய நுண்நோக்கி என்னும் கருவியின் மூலம் கவனித்துப் படமெடுத்திருக்கி ருர்கள். அவ் விவரங்களை இங்குக் கூறுவதென்ருல் மிக விரியும். முதல் ஊசியைக் காய்ச்சிய உஷ்ணம் செ. 850 டிகிரி. இதிலிருந்து நனைத்து ஆற்றியபோது, வில் தன்மை அடியோடு போய்விட்டது. இரண்டாம் ஊசியை இதே நிலைக்குக் காய்ச்சி மெல்ல ஆற்றியபின் நீல நிறம் வரும் படி காய்ச்சிய நிலை செ. 300 டிகிரி. இந்த நிலையிலிருந்து மீண்டும் ஆற்றியபோது, தோய்ச்சல், தானே அமைந்தது.

பாக்கு வெட்டியையும் அரிவாளையும் காய்ச்சி அடித்த ஆலங்குடிக் கொல்லனுக்கு இந்தப் புள்ளி விவ ரங்கள் தெரியா என்ப உண்மை. ஆனுல் அனுபவத்

தினல், பார்த்த மாத்திரத்தில் இது அதிக உஷ்ணம், இது குறைந்த உஷ்ணம்என்பது அவனுக்கு நன்ருய்த் தெரிந்தது. இதனுல்தான் அவனுக்குத் தோய்ச்சல் ரகசியம் கை வந்திருந்தது.

மேலே இரண்டு ஊசிகள் சம்பந்தமாய்ச் சோதனைக்காக மட்டும் காட்டிய முறைகளை இன்னும் நுட்பமாய்க் கவனித்து அளவுபடுத்தி, கடிகாரமும் உஷ்ணமானியும் கொண்டு நேரத்தையும் உஷ்ணத்தையும் அளந்து கணக்கிட்டு,பல அளவுள்ள தோய்ச்சல் கொண்ட பலவகையான எஃகு செய்கிருர்கள். தொழிற்சாலைகளில் முறைகள் வெவ்வேருயும் உள்ளன, ரகசியமாயு முள்ளன. ஷெப்பீல்ட் என்ற ஊர், இங்கிலாந்தில் கத்தி செய்வதற்குப் பெயர்பெற்ற இடம். கத்தியின் சிறப்பெல்லாம், தோய்ச்சல் காரணமாக வந்ததேயொழிய, வேறன்று. ஆனல், அவ்வூர்த் தண்ணீரில் இரும்பைத் தோய்ப்பதால்தான் இரும்புக்கு இத் தகுதி வந்தது, ஆகவே, மகிமை எல்லாம் தண்ணீருக்குத்தான் என்று எப்படியோ மக்களிடை ஒரு நம்பிக்கை பிறந்திருந்ததாம்! இது அக் காலத்தில் ஜப்பான் தேசம்வரை எட்டி,அங்கிருந்த ஒரு தொழிற்சாலைக்காரன், ஷெப்பீல்ட் தண்ணீர் வேண்டுமென்று கேட்டானும். ஷெப்பீல்ட் வியாபாரியொருவன் அதை ஜாடி ஜாடியாகக் கப்பலேற்றி அனுப்பிப் பணம் குவித்தான். ஆனல், ஷெப்பீல்ட் நீரால், ஜப்பான் கத்தி, கூர்மையோ உறுதியோ பெறவில்லை.

நனைப்பதற்கு இக் காலத்தில் தண்ணீரை உபயோகிப்பதில்லை. தண்ணீரானது வெகு விரைவில் ஆற்றவல்லதானபடியால், பெரிய எஃகுக் கட்டிகளின் வெளிப்புறம் ஆறி, உட்புறம் ஆருமலிருந்து, கட்டி வெடிப்பதுண்டாம். எனவே, இத் தீங்கு நிகழாதிருக்கும் பொருட்டு, தண்ணீரில் எஃகைக் காய்ச்சி நனைக்காமல், திமிங்கில எண்ணெய் முதலிய எண்ணெயில் நனைப்பது பல தொழிற்சாலைகளில் வழக்கம்.

900 டிகிரிக்கு மேல், இரும்புக்குக் கொஞ்சம் கரியைக் கரைத்துக் கொள்கிற இயல்பு உண்டு. இதைப் பயன் படுத்தி, எஃகு வஸ்துக்களுக்கு மேற்புறத்தில் மட்டும் கரி

அதிகம் கலந்திருக்கும்படி செய்வதும் உண்டு. இப்படிச் செய்யப்பெற்ற இரும்பானது, போர்க்கவசம், டைப் அடிக்கும் இயந்திரம், துப்பாக்கி முதலியவற்றில் உபயோகிக்கப் பெறுகிறது.

---

12. கலப்பு - எஃகு

முந்திய இரண்டு அத்தியாயங்களிலும் நாம் பார்த்த எஃகு, கரியும் இரும்பும் கலந்தது. வேறு பல வஸ்துக்கள் கலந்த எஃகும் வழக்கத்திலுள்ளது.

எஃகுக்குத் தோய்ச்சல் கொடுக்கும்போது, எஃகு முழுமையும் ஒத்தாற்போல் ஆறவேண்டியது முக்கியம். ஊசி, அரம், உளி முதலான சிறு சாமான்கள் விஷயத்தில் இப்படித் தோய்த்து ஆற்றுவது சாத்தியம் ; ஆனால் பெரிய கட்டிகளைத்தோய்த்தால் வெடிக்கக் கூடுமென்று முன்னே குறிப்பிட்டோம். பெரிய கட்டிகளை நனைக்கும்போது, நீரின் ஈரம் கட்டியின் வெளிப்புறத்தை மட்டுமே நனைக்கிறது. இதன் உஷ்ணம் விரைவில் தணியவே, உட்புறமுள்ள கட்டியின் பகுதி ஈரம்பட வழியில்லாமல் மெதுவாகவே ஆறும். எளிதில் உஷ்ணம் தணியாது. இவ்விதம் ஒரு பாகம் ஆறியும் ஒரு பாகம் ஆறாமலு மிருப்பதனால் தான் வெடிப்பு ஏற்படுகிறது. இக் குறைபாடு கரி - எஃகுக்குப் பொதுவாக உண்டு. இக் குறைபாட்டை நீக்க முயன்றபோது, வேறு வகையான கலப்பு எஃகுகள் பல செய்ய முடியுமென்பது தெரியவந்தது.

கலப்பு எஃகு என்பது, இரும்பும் கரியும் சேர்ந்த எஃகுடன் திட்டமாய்க் கணக்கிட்ட அளவில் வேறு சில உலோகங்கள் அல்லது அலோகங்கள் சேர்ந்ததாகும்.

மோட்டார் காரிலுள்ள எஃகு உறுப்புக்கள் யாவும் கலப்பு எஃகு. பெரிய பீரங்கிகள் சில, இயந்திரக் கத்திகள், சில பாலங்கள், சாப்பாட்டில் உபயோகிக்கும் கருவிகளான கத்தி, முள் முதலியன - யாவும் கலப்பு எஃகுத்தான்.

உட்புறமும் வெளிப்புறமும் வெவ்வேறு தன்மையோடிராமல் ஒத்தமாதிரி யிருக்கும் பொருட்டுத்தான் கலப்பு எஃகு உபயோகிக்கப் பெறுகிறது என்று மேலே சொன்னோம். தவிர, வெறும் கரி - எஃகைக் காய்ச்சுவதைப் போல் அதிகம் காய்ச்சாமலே, அவசியமான சில தன்மைகளை எஃகினிடம் உண்டுபண்ணுவது, கலப்பு எஃகு செய்வதன் நோக்கங்களுள் ஒன்று. மேலும், குறித்த எந்தத் தன்மை சிறப்பாக அமைய வேண்டுமென்று கருதுகிறோமோ, அது அமையும்படியும் கலப்பு எஃகு செய்வதுண்டு; உறுதி, திண்மை, தேய்படாமை, வில்தன்மை, அரிபடாமை முதலான தன்மைகள் கலப்பெஃகில் சிறப்பாக அமையும்படி செய்ய முடியும்.

இக் கலப்பெஃகுகளனைத்திலும் கரி இருக்கவே செய்கிறது; கரியால்தான் இரும்புக்குத் திண்மையும் தோய்ச்சலும் சாத்தியம். ஆனால், மற்ற வஸ்துக்களின் கலவையால், எஃகின் தன்மையைப் பக்குவப்படுத்த முடியும்.

கலப்பெஃகில் பயன்படுத்திய முதல் உலோகம் நிக்கெல்; பின்னர் குரோமியமும் சேர்க்கப்பட்டது. இவையிரண்டும் சேர்ந்த எஃகுக்கு ஒரு விதப் பொரபொரப்பு இருந்தது. பின்னால் கண்டுபிடித்த உலோகமாகிய மோலிப்டினம் என்பது, இப் பொர பொரப்பைப் போக்க வல்லதாயிருக்கிறது.

எஃகில் மாங்கனீஸ் என்ற உலோகத்தைக் கலக்கும் முறை 1882 முதல் வழக்கத்துக்கு வந்தது. இந்த எஃகு 1 சத வீதம் கரியும் 13 சத வீதம் மாங்கனீஸும் கொண்டது. 1000 டிகிரி வரையில் இதைக் காய்ச்சி ஆறவைத்தால், இதற்கு அளவற்ற உறுதி ஏற்படுகிறது. சாதாரணக் கருவிகளைக் கொண்டு இதை வெட்டவோ, தொளைக்கவோ, அராவவோ முடிவதில்லை. ஆகவே இதை, அள

வற்ற திண்மையுள்ள உலோகம் வேண்டிய இடத்தில் மட்டுமே உபயோகிக்கிறார்கள். மலையை உடைக்கும் கருவிகள், சாலை கடக்கு மிடத்திலுள்ள ரெயில் தண்டவாளங்கள் முதலியவற்றுக்கே இம் மாங்கனீஸ் எஃகு உதவுகிறது. வெடிகுண்டு சிதறி, படை வீரர் மண்டையைப் பிளக்காத வண்ணம் உபயோகிக்கிற, தலைக் கவசம் (தொப்பி) இவ் வெஃகால் செய்கிறார்கள்; இதில் கரி 1·3 சதவீதம், ஸிலிகன் 1·8 சத வீதம், மாங்கனீஸ் 12·9 சத வீதம் இருக்கும்.

கருக்காத எஃகு என்பது இன்று மிகுதியாக உபயோகத்திலுள்ளது. கரண்டி, குவளை, தட்டு, கிண்ணம், கத்தி முதலான பல சாமான்கள் இதனால் செய்யப் பெற்றுள்ளன. இப்படிப்பட்ட எஃகு செய்ய முடியுமென்பது தற்செயலாய்த்தான் தெரியவந்தது. ஷெப்பீல்டைச் சேர்ந்த தொழிற்காரரொருவர் பீரங்கிக் குழாய் செய்வதற்கு உறுதியான எஃகு வேண்டுமென்று பல வகைக் கலப்புக்களைச் செய்து சோதித்துவந்தார். இவற்றுள் 14 சத வீதம் குரோமியம் சேர்த்த எஃகும் ஒன்று. பல மாதங்களானபின், வேண்டாமென்று கழித்துவிட்ட குப்பை இரும்புத் துண்டுகளை யெல்லாம் பொறுக்கிய போது, எல்லாத் துண்டுகளும் துருப்பிடித்துக் கிடந்தன; மேற் சொன்ன குரோமியக் கலப்பு ஒன்று மட்டும், துருப் பிடிக்காமல் வெண்ணிறத்தோடு இருந்தது. இதைப் பார்த்த அந்தத் தொழிற்காரருக்கு, மிக்க ஆச்சரிய முண்டாயிற்று. இது நடந்தது 1913 இல். இதன் பின்னர் தான், எஃகுடன் தக்க அளவு குரோமியம் சேர்த்துக் கறுக்காத எஃகு செய்யும் முறைகள் உண்டாயின. இப்போதெல்லாம் இவ்வெஃகில் குரோமியம் 20 சத வீதமும் நிக்கெல் 10 சத வீதமும் சேர்க்கிறார்கள். இவ்விதம் செய்கிற எஃகு, அடுப்பங்கரைப் பாத்திரங்கள், இரசாயனத் தொழிலுக்கும் சோதனைச் சாலைக்கும் வேண்டிய கருவிகள், பாத்திரங்கள், கத்தி, வைத்தியக் கருவிகள் முதலியவற்றுக்கு உதவுகிறது.

டங்ஸ்டன் எஃகு என்பது இன்னும் முக்கியமான ஒரு புது வகைக் கலப்பெஃகு. இயந்திரப் பாகங்களில்

உபயோகமாகும் எஃகு முழுமையும் முன்னே கரி எஃகா யிருந்தது. மிக்க வேகமாய் இயங்கும் இயந்திரத்தில் இவ் வெஃகை உபயோகிக்கும்போது, ஏராளமான சூடு உண்டாகிறது. அந்தச் சூடு காரணமாக, எஃகின் தோய்ச் சல், தானே கெட்டுப்போய், எஃகு மிருதுவாகிவிடுகிறது. பின்னர், கருவிகள் முன்போல் திறமையாய் வேலை செய்வ தில்லை. கத்தியாயிருந்தால், முனை மழுங்கும், மடியும், வளையும், பல விதத்தில் கெட்டுப்போகும். இக்காரணத் தால், இயந்திரம் சூடாறும் பொருட்டு, இத்தனை மணி நேரம் ஓடிய பிறகு இவ்வளவு நேரம் ஓய்வு தரவேண்டும் என்ற நியமமும் முன் இருந்தது. இந்தக் கஷ்டத்தைப் போக்க உதவியது டங்ஸ்டன் என்ற உலோகம். 18 சத வீதம் டங்ஸ்டனும் 4 முதல் 6 சத வீதம் வரையில் குரோமியமும் 0·7 சத வீதம் கரியும் சேர்ந்த எஃகே இப்போது இயந்திரக் கத்தி முதலியவற்றில் மிகுதியாய் உபயோகமாகிறது. 1900 ஆண்டு வரையில், கத்தி நிமிஷத் துக்கு 30 அடி வெட்டுவது, உச்சவேக எல்லை. இப்போது டங்ஸ்டன் எஃகின் மூலம் 150 அடி வெட்டுவது சாதாரணமா யிருக்கிறது.

இதுவரை கூறிவந்த நிக்கெல், குரோமியம், டங்ஸ்டன் என்பவற்றைப் பற்றிய விரிவான செய்திகளை மூன்றும் பாகத்தில் விளங்கக் காணலாம். இவையன்றி, எஃகுக்குத் துணை செய்யும் உலோகங்கள் வனேடியம், மாங்கனீஸ், மோலிப்டினம், கோபால்ட் என்பன. இவற்றை அடுத்த அத்தியாயங்களில் காணலாம்.

வெட்டு வேலைக்குச் சிறந்த வஸ்துக்களில், டங்ஸ்டன் கார்பைடு என்ற வஸ்து மிகவும் சிறப்பானது. இது டங்ஸ்டனும் கரியும் கூடியது; 10 சத வீதம் கோபால்ட் டும் சேர்த்து இதனால் கத்தி செய்கிறார்கள். இது மிகவும் உறுதியாய் வேலை செய்கிறது. இதில் இரும்பே இல்லை என்பது கவனிக்கத் தக்கது.

13. எஃகின் துணைகள் - வனேடியம்

சாதாரண எஃகினும் உறுதியான எஃகு வேண்டுமென்று செய்த பல ஆராய்ச்சிகளின் பயனாக, கரி மட்டுமல்லாமல் வேறு சில உலோகங்களைக் கொஞ்ச அளவில் இரும்போடு கூட்டி எஃகு செய்வதனால் நல்ல எஃகு கிடைக்கிறதென்று கண்டிருக்கிறார்கள். வனேடியம், மோலிப்டினம், மாங்கனீஸ், கோபால்ட் என்பன இப்படிப் பட்ட முக்கிய உலோகங்கள். இவற்றின் உபயோகம் பலவாயிருந்தபோதிலும், எஃகு செய்யத் துணையாயிருப்பது அவ்வுபயோகத்தில் மிக முக்கியமானது.

எஃகுடன் சேர்ப்பதற்குத்தான் வனேடியத்தில் பெரும் பகுதி செலவாகிறது; உற்பத்தியாகும் அளவில் நூற்றுக்கு 95 பங்கு எஃகுத் தொழிலுக்குப் போகிறது; மிச்சம் 5 பங்கு இரசாயனச் சரக்குக்கள் செய்ய உதவுகிறது.

சிலவகைப் பாறைகளிலிருந்தும், நிலக்கரி, நிலக்கீல், மண்ணெண்ணெய், பெட்ரோல் முதலியவை கிடைக்குமிடத்திலிருந்தும், இவ் வுலோகம் கிடைக்கிறது. தென்னாப்பிரிக்காவிலுள்ள பெருவிலும் அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளிலும் அதிகமாய்க்கிடைக்கிறது; தென்னாப்பிரிக்கா, ரொடீஷியா, மெக்ஸிகோ, நார்வே, ருஷ்யா ஆகிய நாடுகளில் கொஞ்சமாய்க் கிடைக்கிறது. வருஷந்தோறும் முன்னே சராசரி 3,000 டன் கிடைத்து வந்தது.

வில்லுகளுக்கும், சுழலும் எஃகுக் கருவிகளுக்கும் இவ் வுலோகத்தைச் சேர்த்தால், எஃகு சிறந்த பயனடைகிறது. வில்லுகளுக்கு, நானூற்றில் ஒரு பங்கும், மற்றவற்றில் நூற்றிலொரு பங்குமே கலக்கவேண்டியிருக்கிறது. மற்றத் துணை உலோகங்களை விட, வனேடியம் எளிதாயும் நன்றாயும் கலந்து விடுகிறதாம். இதையும் மாங்கனீஸையும் குப்பைத் தொழில் புரியும் உலோகங்கள் என்று சொல்லுகிறார்கள். அதாவது, இரும்பில் இயல்பாய்க் கூடியுள்ள சொற்ப அளவான கந்தகம், பிராணவாயு என்னுமிரண்டையும் வனேடியம் எடுத்துவிடுகிறதாம். இதன் பயனாய்,

வேலைக்கு எஃகு உறுதி பெறுகிறது. ரெயில், மோட்டார் தொழில்களில் வனேடியக் கலப்பானது, இணைப்பு வேலைக்கு நயமா யிருக்கிறது. தவிர, உடைப்பதற்கும் நசுக்குவதற்கும் வேண்டிய பெரிய வலிவான யந்திரப் பகுதிகளில், வனேடிய எஃகு நன்ருய் உழைக்கிறதாம். துப்பாக்கி, பீரங்கி, டாங்கிக் கவசம், கவசத்தை உடைப்பதற்கான குண்டு முதலியவற்றுக்கும் இவ் வெஃகு இன்றி யமையாதது.

வார்ப்பிரும்பிலுங்கூட, இப்போது சிறிதளவு வனேடியமும், மோலிப்டினமும் சேர்க்கிருர்கள். அபூர்வமான சில வேலைகளில் இதைப் பித்தளை வெண்கலத்திலும் கலக்கிருர்கள். தவிர, கந்தகத் திராவகம் செய்யும் தொழிலில், முன் உபயோகித்து வந்த பிளாட்டினத்துக்குப் பதிலாக இப்போது வனேடிய ஆக்ஸைடு உப்பு ஒன்றை லாபகரமாய் உபயோகிக்க முடிகிறதாம்.

---

14. மோலிப்டினம்

பார்வைக்கு வெள்ளி போன்ற வெண்மையான இந்த உலோகம், நெடுநாள் காரீயமென்றே கொள்ளப்பட்டிருந்தது. 1790 இல் தான் இது ஒரு தனி உலோகம் என்று நிர்ணயிக்கப்பட்டது. இது எளிதில் உருகாது; செ. 2500 டிகிரியில் தான் உருகுமாம். சென்ற நூற்ருண்டின் முடிவு வரையில் இதற்கு அதிக உபயோகமில்லை. 1900க்குப் பிறகுதான் இது எஃகுத் தொழிலில் பயன்பட ஆரம்பித்தது; சென்ற பெரிய உலக யுத்தம் முடிந்த பின்னர் தான் இதன் உபயோகம் பெருகிற்று. இந்த யுத்தத்தில் இதற்குள்ள உபயோகம் மிக அதிகம் : 1940 இல் 16,000 டன் மோலிப்டினம் செலவாயிற்று. ஆனல் 1930 இல் இதில் 10 இல் ஒருபங்குதான் செலவாயிற்ரும்!

யுத்தத்துக்கு முந்திய ஐந்து வருஷங்களில் வருஷமொன்றுக்குச் சராசரி 10,000 டன் உற்பத்தியாயிற்று. இதில் அமெரிக்கா நூற்றில் 90 பங்கு; மெக்ஸிகோ 5; நார்வே 3; மிச்சம் கானடா முதலிய தேசங்கள். கானடாவில் இப்போது மோலிப்டின உற்பத்தி அதிகமாகி வருவதாய்த் தெரிகிறது.

மோலிப்டினம் தனி யுலோகமாய்க் கிடைப்பதில்லை; முக்கியமான இரண்டு தாதுக்கள் ரூபத்தில் கிடைக்கிறது. ஒன்று மோலிப்டினேட்; இது காரீயம் போல் கடுமையானது, காகிதத்தில் கோடிழுக்கும். இதில் அரையே அரைக்கால் பங்கு வரையில் மோலிப்டினம் உண்டு. மற்றொன்று உல்பெனேட்; மஞ்சள் நிறமானது; இதில் பாதிக்குக் குறைவாகவே மோலிப்டினம் கிடைக்கும்.

விசேஷ உறுதியுடைய எஃகுகள் செய்யவே இன்று இவ் வுலோகம் உபயோகமாகிறது. குரோமியம், வனேடியம் போன்றவற்றோடு சேர்த்தும் தனியாகவும் இது எஃகுடன் கலக்கப்படுகிறது. நூற்றிலொரு பங்கு மோலிப்டினம் சேர்த்தால் எஃகு நன்றாக நீளும் சக்தி பெற்று அறுந்து போகாமல் இருக்கிறதாம். இது சேர்ந்த எஃகுக் கத்திகள், சாதாரண எஃகை வெண்ணெய் வெட்டுவது போல வெட்டி விடுமாம்! மோட்டார் பாகங்கள், வெட்டும் இயந்திரக் கருவிகள், விமானங்கள், பம்புகள், விவசாயக் கருவிகள் போன்ற பலவகைத் தொழில்களுக்கும் இது கலந்த எஃகு உபயோகமாகிறது. கறுக்காத எஃகு செய்யவும், நிரந்தரமான காந்த இரும்புண்டாக்கவும், அதிக மோலிப்டினம் கலந்த எஃகு வேண்டியிருக்கிறது. கட்டிட வேலையிலும் சுரங்க வேலையிலும் தேவையாகும் எஃகுக் குழாய்கள், உராய்வதால் தேயாதபடி இருக்கவேண்டியிருக்கின்றன. இவற்றுக்கும் மோலிப்டினக் கலப்பு தக்கது. டங்ஸ்டன் கலந்த எஃகுக்குப் பதிலாக மோலிப்டின எஃகும் உபயோகிக்கப்படுகிறது; நூற்றில் 18 பங்கு டங்ஸ்டனுக்குப் பதிலாக 9 பங்கு மோலிப்டினம் உபயோகித்தால் போதுமென்றும் தெரிய வந்திருக்கிறது. தவிர, மின்சார பல்பினுள் எரியும்

கம்பிகள், எக்ஸ்-ரே குழாய்கள், கம்பியில்லாத் தந்திக் கருவி போன்றவற்றுக்கும் மோலிப்டினம் பயன்படுபகிறது.

இராசயனத்திலும், தோல், ரப்பர், கம்பளி ஆகியவற்றிற்குரிய சாயத்திலும், மோலிப்டின உப்புக்கள் பயன்படுகின்றன. மோலிப்டினம் ஆரஞ்சு என்ற சாயம் சிறப்பானது. பீங்கான் மண் பாண்டத் தொழிலிலும், பெட்ரோல் தொழிலிலும்கூட இவ்வுப்புக்கள் உபயோகமாகின்றன.

பவுண்டன் பேனு நிப்பு முனைக்கும் மோலிப்டினம் வைப்பதுண்டு. மின்சார அடுப்புக்கேற்ற கம்பிச் சுருளாகவும் இவ்வுலோகம் பயன்படுகிறது.

---

15. மாங்கனீஸ்

'குப்பைத் தொழில்' செய்யும் உலோகங்களில் இதுவுமொன்று. வர வர உலகமே இயந்திர உலகமாக மாறி வரும்போது, இரும்புக்கு, முக்கியமாக எஃகு ரூபத்தில், அளவிடமுடியாத வேலைகள் ஏற்படுகின்றன. இரும்பில் ஏற்கெனவே இயல்பாய்க் கலந்துள்ள பிராணவாயு, கந்தகம் முதலியவற்றை நீக்கும் வேலைதான் இங்கே சொன்ன குப்பைத்தொழில். மாங்கனீஸ் இந்த வேலையைச் செய்ய உபயோகிக்கப்பெறுகிறது. இது, துணி வெளுக்கச் சவுக்காரம் உபயோகமாவதுபோல்; துணியின் அழுக்கைச் சவுக்காரம் போக்குகிறது; வெளுத்த துணியில் சவுக்காரத்துக்கு இடமில்லை. மாங்கனீஸுக்கும், இப்படியே, எஃகு செய்யும்போதுதான் உபயோகம்; செய்து முடித்த எஃகில் அபூர்வமாய்த்தான் காணப்படும்.

இது இயற்கையில் உலோக ரூபத்தில் காணப்படுவதில்லை; சிலவகை ஆக்ஸைடு உப்புக்களாகத்தான் கிடைக்கிறது. இந்த உப்புத் தாதுக்களில், உலோகமானது சுமார் மூன்றிலொரு பங்குக்குக் குறையாத அளவு அடங்கி யிருக்கிறது.

ஒரு காலத்தில் இந்தியாதான் மாங்கனீஸ் தாதுவை ஏராளமாய் உற்பத்தி செய்து வந்தது. ஆனால் 1929 முதல் ருஷ்யாவின் உற்பத்தி அதிகமாகி, இந்தியா இப்போது இரண்டாவது ஸ்தானம் வகிக்கிறது. யுத்தத்துக்கு முந்திய ஐந்து வருஷங்களில் வருஷ உற்பத்தி சராசரி அரைக்கோடி டன் மாங்கனீஸ் தாதுவாகும். இதில் ருஷ்யாமட்டும் 25 லட்சம்; இந்தியா 8 லட்சம்; அடுத்தது ஆப்பிரிக்கா. இந்தியாவில் பீகாரில் இத்தாது கிடைக்கிறது. ஆனால் இதில் விசித்திரம் என்னவென்றால், தாதுவிலிருந்து உலோகத்தை இந்த நாட்டிலேயே பிரித்தெடுப்பதில்லை! இத் தாதுவைப் பிரிட்டிஷ் கம்பெனிகளும் அமெரிக்கக் கம்பெனிகளும் பங்குபோட்டுக் கொண்டு கப்பலேற்றித் தங்கள் நாட்டுக்குக் கொண்டுபோய், உலோகத்தைப் பிரித்தெடுக்கின்றன; இந்தியாவுக்கு இந்த லாபம் கிடையாது. உலகத்தில் இன்று அளவில்லாமல் மாங்கனீஸ் தேவைப்படுகிற நாடுகள் அளவில்லாமல் எஃகுத் தொழிலில் முன்னேறியுள்ள நாடுகளான அமெரிக்காவும் ஜெர்மனியும். அவை உபயோகிக்கும் மாங்கனீஸில் நூற்றிலொரு பங்குக்கூட அந்நாடுகளில் கிடைப்பதில்லை.

இன்று உற்பத்தியாகும் மாங்கனீஸ் உலோகத்தில் நூற்றுக்கு 95 பங்கு உலோகத் தொழிலில்; 5 பங்குதான் இராசயனத் தொழில்களுக்குப் போகிறது. எஃகில் மாங்கனீஸ் 1 சத வீதம் சேர்ந்தாலே, எஃகின் உறுதியும் நீளும் தன்மையும் அதிகமாகின்றன, அமெரிக்காவில் 1 டன் எஃகில் 14 பவுண்டு மாங்கனீஸ் சேருகிறது; வேறு சில நாடுகளில் 54 பவுண்டு வரையில் சேருகிறது. கட்டிட வேலை, ரயில் தண்டவாளம் முதலியவற்றில் 1 சதவீத மாங்கனீஸ் - எஃகு உபயோகிக்கப்படுகிறது; பாறைகளை உடைத்து நொறுக்குவது, சில சுரங்க வேலைகள் முதலியவற்றில் 12 சதவீத மாங்கனீஸ் - எஃகு

உபயோகமாகிறது. எஃகு தவிர, செம்பு அலுமினியம் முதலியவற்றில் கலக்கவும் மாங்கனீஸ் உபயோகமாகிறது.

இராசயனத் தொழிலிலும் மருந்துச் சரக்குக்கள் செய்யும் தொழிலிலும் மாங்கனீஸ் உப்புக்கள் பயன்படுகின்றன. மெருகெண்ணெய், வர்ண எண்ணெய், மை முதலியவற்றில் வேறு சில மாங்கனீஸ் உப்புக்கள் இருந்து இவை விரைவில் உலர உதவுகின்றன.

---

16. கோபால்ட்

நிக்கெலைப் போலவே, இந்த உலோகத்தின் பெயர் அமைந்த காரணமும் விநோதமானது. வேறு உலோகத் தாதுக்களிலிருந்து உலோகத்தைப் பிரிக்க முயன்றபோது, வேறு ஏதோ ஒன்று கூடக் கலந்திருக்கக் கண்டார்கள். குட்டிச்சாத்தான்போல இதுவும் ஏதோ பேயின்சேட்டை என்று அவர்கள் கருதி, இதற்குக் கோபால்ட் என்று பெயர் வைத்தார்கள்; கொபால்டு என்பது, குட்டிச் சாத்தானைக் குறிக்கும் சொற்களுள் ஒன்று.

இவ்வுலோகத்தின் முக்கிய உபயோகம், ஸ்டெல்லைட் என்ற கலப்புலோகம் செய்வதாகும். இது 60 பங்கு கோபால்ட்டும் 25 பங்கு குரோமியமும் 15 பங்கு டங்ஸ் டன் அல்லது மோலிப்டினமும் சேர்ந்ததாகும். எஃகு போன்ற உறுதி பெற்றிருந்தமையால் இக் கலப்புலோகம் ஸ்டெல்லைட் என்ற பெயர் பெற்றது; ஸ்டீல் என்பது எஃகு. இக்கலப்புலோகத்தில் இரும்பே இல்லை.

கோபால்ட் தனி உலோகமாய்க் கிடைப்பதில்லை. இதற்கென்று தனிச் சுரங்க வேலை நடத்துவதுமில்லை. ஸல் பைடு ஆர்ஸெனைடு என்ற உப்புக்களாகவே இது கிடைக்கிறது. இவ் வுப்புக்களில் ஓரளவு செம்பும் வெள்ளியும் கூடியிருப்பதால், வெள்ளி அல்லது செம்பு தேடி அவற்றை

எடுக்கும்போது கூடவே கோபால்ட்டும் அகப்படுகிறது. யுத்தத்துக்கு முந்திய ஐந்து வருஷந்தோறும் சராசரி 2670 டன் கோபால்ட் கிடைத்து வந்தது. இதில் பெல்ஜியத்துக்குச் சொந்தமான காங்கோ பிரதேசத்தில் சுமார் 900 டன்; வட ரொடீஷியா 750; பிரெஞ்சு மொராக்கோ 450; கானடா 275; பர்மா 250. 1910 இல் உபயோகமான கோபால்ட் மொத்தம் 250 டன்தானும்; பத்து வருஷம் கழித்து இது 750 ஆயிற்று; 1939 இல் 4,000 டன்னுயிருந்ததாம்.

பல வகையில் எஃகுத் தொழிலில் உபயோகமாவதோடுகூட, காந்த இரும்பு செய்ய உதவுவது கோபால்டின் மற்றொரு முக்கிய உபயோகம். இரும்பு 57 பங்கும் கோபால்ட் 35 பங்கும், குரோமியம் 2 பங்கும் டங்ஸ்டன் 5 பங்கும் கரி 1 பங்கும் சேர்ந்த கலப்புலோகம், மிக்க உயர்தரமான காந்த இரும்பு என்று அனுபவத்தில் தெரிகிறது. இந்த இரும்பு, காந்தச் சக்தி காரணமாக, தன் எடையைப்போல் ஆறுமடங்கு எடையைப் பற்றித் தூக்குகிறதாம். மின்சாரத் தொழிலிலும் விமானங்களிலும் நிக்கெல் - இரும்பு - அலுமினியக் கலப்பான வேறொரு காந்த இரும்பை உபயோகித்த போதிலுங்கூட, கோபால்ட் கலப்பே மேலானதாயிருக்கிறது.

கோபால்ட் எஃகு உபயோகிக்கப்பட்ட கத்திகள் முதலியவை, வெட்டுகிற வேகத்தில் சூடேறிப் பழுக்கக் காய்ந்து விட்டபோதிலுங்கூட, அலகு உறுதியாகவும் மேலும் வெட்ட வல்லதாகவும் இருக்கிறதாம். நிக்கெல், டங்ஸ்டன் கூடிய எஃகுக்குள்ள உறுதியவ்வளவும் கோபால்ட் எஃகுக்கும் இருக்கிறதாம். க்ஷவரக் கத்திகளுக்கும் கோபால்ட் எஃகு உபயோகமாகிறது.

கருநீலக் கண்ணாடியின் நிறமெல்லாம் கோபால்ட் கொடுத்ததுதான்; சிறிதளவு பச்சை, மங்கிய சிவப்பு என்னும் நிறங்களுக்கும் இது உதவுகிறது. பீங்கான், வர்ணம், கண்ணாடி முதலியவற்றில் இதுவே சாயத்துக்கு வேண்டியிருக்கிறது. எலெக்டரோ - பிளேட்டிங்(உலோக மின்சாரப் பூச்சு வேலை) செய்யவும் கோபால்ட் ஓரளவு உதவுகிறது.

மூன்றாம் பாகம் - முக்கிய உலோகங்கள்

இரும்புக்கு அடுத்தபடியுள்ள முக்கியமான உலோகம் செம்பு; பித்தளை வெண்கலம் தரா முதலான பல, இதன் கலப்புலோகங்கள். ஈயம், காரீயம், துத்தநாகம் என்பன நாமறிந்த புராதன உலோகங்கள். நிக்கெல், அலுமினியம், குரோமியம் என்பவை புதிதாய்க் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட உலோகங்களேயாயினும், மக்கள் வாழ்க்கைக்கு மிக்க அவசியமாகிவிட்டன. டங்ஸ்டன், மக்னீஷியம் என்ற உலோகங்களும் இப்படிப்பட்டவைகளே. இந்தப் பாகத்தில் இவ்வுலோகங்களைக் குறித்து ஆராய்வோம்.

17. செம்பு

உலகத்திலேயே இரும்புக்கு அடுத்தபடியாக மிகுதியான உபயோகமுடைய உலோகம், செம்பு. செந்நிறம் பெற்றிருத்தலால் இதன் பெயர் செம்பு என்று ஆகியிருக்கலாம். சில நூல்வல்லார் மக்களினத்தின் வளர்ச்சியை ஆராய்ந்து, கற்காலம் இரும்புக் காலம் என்னும் இரண்டுக்கும் இடைப்பட்ட காலம் 'வெண்கலக் காலம்' என்று முடிவு செய்திருக்கிறார்கள். செம்பின் கலப்புலோகங்களில் முக்கியமானது வெண்கலம். எனவே, மனிதன் இரும்பைத் தெரிந்து உபயோகிக்கத் தொடங்கு முன்னமேயே செம்பைக் கண்டிருக்கிறான். 6000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னிருந்த எகிப்தியர் செம்பை உபயோகித்து வந்தார்களாம். நம்முடைய நாட்டில் பாத்திரமாகவும் நகைகளாகவும் சிலையாகவும் உபயோகிக்கப்பட்டுவரும் செம்பின் மிகுதியைப் பார்த்தால், எத்தனை ஆயிரம் ஆயிரம் ஆண்டுகளாக நம்மிடையே செப்பு வழங்கி வந்திருக்கிறது என்பதற்குக் கணக்கே சொல்லமுடியாதுபோல் தோன்றுகிறது.

இரும்பை மனிதன் உபயோகிக்கக் கற்றுக்கொள்வதற்கு முன்னமேயே வெண்கலமும் செம்பும் அவனுக்குப்

பயன்படுவதற்கு,இயற்கையேகாரணமாயிருந்திருக்கிறது. உலோக ரூபத்திலேயே செம்பு இயற்கையில் கிடைத்தது; பார்க்கச் செந்நிறமாய் அழகாய் இருந்தது. சில சமயம் தானே ஈயத் தாதுக்களோடு சம்பந்தப்பட்டுக் கிடைத்தது. இதைச் சம்மட்டியால் அடித்து நினைத்த உருவங் கொடுக்கவும் முடிந்தது. தவிர, சாமானிய உலைகளில் ஈயத்தையும் செம்பையும் ஒன்ருய்க் கலந்து காய்ச்சி வெண்கலக் கருவிகள் செய்வது புராதன மனிதனுக்கு எளிதா யிருந்தது. இரும்பை உருக்கவும் அதனேடு கரியைக் கூட்டி எஃகு செய்யவும் கற்று, உறுதியான கருவிகள் செய்ய மனிதன் பழகுவதற்கு முன், செம்பிஞலும் வெண்கலத்தாலும் கருவிகள் செய்யப் பழகிவிட்டான். இவை இரண்டும் கறுக்காமலிருந்தன; தவிர, வெண்கலம் உறுதியாகவு மிருந்தது.

செப்பு இயற்கையில் முற்காலத்தில் அபூர்வமாய்த் தனி உலோகக் கட்டியாகவே கிடைத்து வந்தது. இப்போதெல்லாம் இதன் உலோகத் தாதுக்கள் மிகப் பலவாருகக் கிடைக்கின்றன. இவை சுமார் 360 வகைக்குமேற்பட்டனவாம். முக்கியமாக, செம்பின் ஆக்ஸைடு, ஸல்பைடு, கார்பொனேட், இரும்புகூடிய ஸல்பைடு, ஆர்ஸெனிக் கூடிய ஸல்பேடு என்பவற்றைச் சொல்லலாம்.

அமெரிக்காவில் தங்கச் சுரங்க வேலை செய்வதற்காகப் பல கம்பெனிகள் தோன்றின; இவற்றில் தங்கம் கிடைக்காமல் கம்பெனிகள் முறிந்தன. ஆனல், சிலவற்றில்மட்டும் ஏராளமாய்ச் செம்பு கிடைத்தது. இன்று உலகத்தில் அதிகமாகச் செம்பு உற்பத்தி செய்யும் நாடு அமெரிக்கா. யுத்தத்துக்கு முந்திய ஐந்து வருஷங்களில் உலகெங்கும் உற்பத்தியான வருஷாந்தச் சராசரி செம்பு $17\frac{1}{2}$ லட்சம் டன். இதில் அமெரிக்காவின் பங்கு $4\frac{3}{4}$ லட்சம். தென் அமெரிக்காவிலுள்ள சில்லி என்ற நாடு 3 லட்சம்; கானடா 2 லட்சம்; ரொடீஷியா 2 லட்சம்; பெல்ஜியக் காங்கோ 1 லட்சம்; ருஷ்யா $\frac{3}{4}$, ஜப்பான் $\frac{3}{4}$. யுகோஸ்லேவியா, மெக்ஸிகோ,முதலியன $\frac{1}{2}$, பெரு, ஸ்பெயின், ஜெர்மனி, நார்வே, ஆஸ்திரேலியா என்பன இன்னும் குறைவாக உற்பத்தி செய்தன. பொதுவாக, சென்ற 50 வருஷ

காலமாக உலக உற்பத்தியில் பாதி அமெரிக்காவுக் குரியது சமீப காலத்தில் தான் பிற நாடுகள் உற்பத்தியைப் பெருக்கி யிருக்கின்றன.

இந்தக் கணக்கில் இந்தியா வராவிட்டாலும் கூட, இந்தியாவிலுள்ள செம்பு பிற நாடு எதற்கும் குறைவான தல்ல. நம் நாடு உலோகப் பாத்திரங்கள் முதலியன மிகுதியாயுள்ள நாடாகையால் இங்கே நெடுங்காலமாகவே செம்பு முதலிய உலோகங்கள் பெருத்த அளவில் உபயோ கத்திலிருந்து வருகின்றன. புதிதாய் உற்பத்தி மிகுதியாக இல்லை என்பது வாஸ்தவம்.

இரும்புக்கு அடுத்தபடி, அதிகப் பயனுடையது செம்பு என்றது போலவே, இரும்புக்கடுத்தபடி அதிகம் உற்பத்தி யாவதும் செம்புதான் சில அரிய இயல்புகள் காரணமாகத் தான் செம்பு இப்படிப்பட்ட முக்கிய நிலையில் இருக்கிறது. சூடு ஏற்பதிலும், மின்சாரம் ஏற்பதிலும், வெள்ளிக்கு அடுத்தபடியாகச் சொல்லக் கூடிய உலோகம் செம்பு; வேறெந்த உலோகங்களும் இவ்விரண்டு விஷயத்திலும் இவற்றுக்குக் கீழ்த்தரமானவையே. தூய செம்பு கம்பி யிழுக்கவும் தகடடிக்கவும் நயமாக இடங் கொடுக்கும். அங்குலத்தில் ஆயிரத்திலொரு பங்கு பருமனுடைய கம்பி யாகச் செம்பை இழுக்கமுடியும். அங்குலத்தில் ஐந்நூறி லொரு பங்கு கனத்திலும் மெல்லிய தகடாகவும் அடிக்க லாம். நினைத்தபடி யெல்லாம் யந்திரத்தால் அழுத்தலாம், அடிக்கலாம், காய்ச்சி நீட்டலாம். பஞ்சு நூற்பது போல வும் ஓரளவுக்கு இழுக்கலாம். செமபு கலந்த கலப்பு லோகங்களில் பித்தளை போன்ற சிலவற்றுக்கும் இவ்வியல் புகள் பொருந்தி யிருக்கின்றன. செம்பையும் அதன் கலப்புலோகங்களான பித்தளை வெண்கலம் முதலியவற்றை யும், பற்றவைப்பு முதலிய பல முறைகளால் ஒன்ருய்ப் பொருத்தலாம். சிறிது களிம்பு ஏறக்கூடியது என்பது தவிர, பொதுவாகச் செம்பும் இதன் கலப்புலோகங்களும் துருப்பிடிக்க மாட்டா, கறுக்கமாட்டா. பார்வைக்குப் பளபளப்பாயும் அழகிய நிறத்தோடும் இருக்கின்றன. மஞ்சள், பொன்னிறம், வெண்மை, சிவப்பு, மங்கிய சிவப்பு

எனப் பலவகை நிறங்கள். இவ்வியல்புகள் இருப்பதனுல் தான் செம்பு எத்தனையோ வகையில் பயன்படுகிறது.

கடலின் அடியில் தந்திக்கம்பி போடுவதற்கு 1850இல் முதலில் முயன்றுர்கள். தொடக்கத்தில் வெறும் செப்புக் கம்பியை ரப்பர்போன்ற ஒருவகை மரப்பிசினுல் சுற்றி, இங்கிலாந்துக்கும் பிரான்ஸுக்கு மிடையிலுள்ள இங்கிலீஷ் கால்வாய் என்ற கடலில் போட்டார்கள். ஒரு நாள் வேலை செய்தபின் இது ஒடிந்துபோயிற்று. அடுத்த வருஷம், நான்கு கம்பிகளை முறுக்கி, விசேஷப் பாதுகாப் போடு சேர்த்துப் போட்டார்கள். இது கெடாமல் இருந்து வந்தது. பின்னர், இங்கிலாந்துக்கும் அமெரிக்காவுக்கு மிடையில் கடல் தந்தி போட முயன்று, இம்முயற்சி வெற்றிகரமாய் 1866இல் நிறைவேறிற்று.

மின்சாரம் ஏற்பதில் வெள்ளியே சிறந்ததாயினும், அதுவிலை மதிப்பு அதிகமானதால், குறைந்த பொருட் செலவில் அதை உபயோகிப்பது சாத்தியமில்லை. அடுத்த தான செம்பே மிகவும் தகுந்ததா யிருக்கிறது.

மின்சார அபிவிருத்தி காரணமாகவும்,மின்சாரத்தைச் செம்பு மற்றெல்லா உலோகத்திலும் மிக எளிதில் ஏற்பது காரணமாகவும், இதற்கு மின்சாரத் தொழிலில் உபயோகம் அதிகம். உற்பத்தியாகிற செம்பில் பாதிக்குமேல் இத் தொழிலில் செலவாகிறதாம். கம்பத்தின் மேல் போகும் செப்பு மின்சாரக் கம்பிகள் சில சமயம் ஒன்றுக்கொன்று இடை வெளி அதிகமாயுள்ள கம்பங்களில் தங்கி நிற்க வேண்டியிருக்கின்றன. இங்கிலாந்து முதலான குளிர் நாடுகளில் பனி விழும்போது இக் கம்பிகளில் பனிக்கட்டி உட்கார்ந்து கம்பிகள் அறுந்து போவதுண்டு. இதன் பொருட்டுச் செம்பிலுடன் வேறு உலோகங்களைக் கலந்து உறுதியாக்க முயன்றுர்கள். செம்பானது எல்லா உலோகங்களோடும் எளிதில் கலந்து கொள்ளும் இயல்பும்,கலந்தவுடன் அதிக உறுதி பெறும் இயல்பும் உடையது. ஆனுல் மற்ற உலோகத்தை இதனேடு கூட்டி மின்சாரத்துக்குக் கம்பி செய்யும்போது, அவ்வுலோகம் மின்சாரம் ஏற்கும் சக்தி குறைவாகவுடையதாதலால், அது சேர்ந்த செப்புக் கம்பியும் மின்சாரம் ஏற்கும் சக்தியில் குறைந்து

போகிறது. எனவே, உறுதியைப் பார்த்தால் மின்சார ஓட்டம் குறைகிறது. மின்சார ஓட்டத்தைப் பார்த்தால் உறுதி குறைகிறது: உதாரணமாக 10 சதவீதம் அலுமினியம் சேர்ந்த செப்புக் கம்பி இரண்டு பங்குக்கு மேல் உறுதி பெறுகிறது. ஆனால் இதில் மின்சார ஓட்டம் ஆறிலொன்று குறைந்து விடுகிறது.

காட்மியம் என்ற ஓர் உலோகம் இவ்விடையூற்றைப் போக்குகிறது. செம்பினுடன் ஆயிரத்தில் 9 பங்கு அதாவது நூற்றிலொரு பங்குக்கும் குறைவாகக் காட்மியம் சேர்த்தாலும், செப்புக் கம்பியின் உறுதி பல மடங்கு அதிகமாகிறது; அதன் மின்சாரம் ஏற்கும் சக்தி பத்திலொரு பங்குதான் குறைகிறது. தவிர, செம்பு-காடமியக் கலப்பு லோகத்தைக் காய்ச்சாமலே கம்பி யிழுக்கமுடியும். இதனால் உறுதி பின்னும் அதிகமாகிறது; காய்ச்சி யிழுத்தால இவ்வுறுதி குறைந்துவிடும். காட்மியச் செம்பு பற்றவைப்புக்கு நயமாயிருத்தலால், மேட்டார் ரேடியேட்டர் முதலிய பல வேலைகளுக்குப் பயன்படுகிறது.

செம்பில் சேர்ந்திருக்கும் அசுத்தங்களின் தன்மையையும் அளவையும் பொறுத்துப் பலவகைச் செம்பு வழக்கத்திலிருக்கிற தென்று சொல்லலாம். செம்பை உருக்கி எடுக்கும்போது, அதில் ஆக்ஸிஜன் கலப்பே இல்லாதபடி எடுக்க முடியும். ஆனால், அதைப் பின்னர் உருக்கும்போதும் காய்ச்சும்போதும், அது கொஞ்சம் ஆக்ஸிஜனைக் காற்றிலிருந்து இழுத்துக் கொள்கிறது. இது 0. 2 சதவீதத்துக்கு மேற்பட்டுவிட்டால், செம்பு பொர பொரப்புடையதாகிறது. இதை முழுமையும் எடுத்துவிட்டால், உலையில் வரும் வாயுக்கள், ஈரம் முதலியவற்றிலிருந்து செம்பு, ஹைட்ரொஜனை இழுத்துக்கொள்கிறது. இவ்வாயு, இறுகிய செம்பில் கரையாது; ஆதலால் உருகிய செம்பில் கரைந்திருந்த வாயு, செம்பு இறுகியதும் வெளிப்படுகிறது. இதனால், செம்பில், மண் பாத்திரத்தில் இருப்பதுபோல் நுண்ணிய கசிவுத் துவாரம் உண்டாகிவிடக் கூடும். எனவே, செம்புத் தொழிலில் முக்கிய கவனம், மேற்கூறிய ஒருவிதக் கெடுதலுமில்லாமல், அதாவது ஆக்ஸிஜன் அதிகமில்லாமலும், ஆக்ஸிஜன் மிகவும் குறைந்து இதனால்

ஹைட்ரோஜன் சேர்ந்துவிடாமலும், பார்ப்பதில் செல்லும். தொழில் முறையில் இவ்வாக்ஸிஜன் 0·025 சத வீதத்துக்குக் குறையாமலும், 0·10 சத வீதத்துக்கு மேற்படாமலும் இருக்கும்படி செய்வார்கள்.

அழுத்தச் செம்பு என்பது, இப்படிப்பட்டது; ஆக்ஸிஜன் இதில் 0·10 சத வீதத்துக்குக் குறைவாகவே இருக்கும். இதில் மின்சாரச் செம்பு என்பது, மற்ற அசுத்தம் எதுவும் இல்லாதது. இது மின்சாரத்தையும் சூட்டையும் எளிதில் ஏற்றுச் செலுத்தும். மின்சார மோட்டார், டைனமோ, பொத்தான், கம்பி முதலியவற்றிலும், இரசாயனத் தொழில் யந்திரங்கள் மது வடிக்கும் யந்திரங்கள் முதலியவற்றிலும் இச் செம்பு உபயோகமாகிறது.

அழுத்தச் செம்பில் மற்றொரு வகை, ஆர்ஸெனிக் செப்பு. இது 0 4 சத வீதம்வரை ஆர்ஸெனிக் கலந்தது. முந்தியதைவிட இது கொஞ்சம் சூட்டைத் தாங்கும்.

ஆக்ஸிஜன் இல்லாத செம்பு என்பது, செம்புடன் பாஸ்பரஸைக் கூட்டிச் செய்வது. இது ஆக்ஸிஜனை எடுத்துவிடுகிறது. இதனால் செம்பில் கொஞ்சம் பாஸ்பரஸ் தங்கி, செம்பின் மின்சாரம் ஏற்கும் திறனைக் குறைக்கிறது. இது நேரிணைப்புக்கு எளிதாய் வரும். பெட்ரோல் குழாய்களுக்கு இச் செம்பு பயன்படும்.

இதிலேயே, இரண்டாவது வகைபோல, ஆர்ஸெனிக் கலந்தது ஒன்று உண்டு. இது பாத்திர வேலைக்கு ஏற்றது. சூடுதாங்கும். இணைக்கவும் வரும்.

அமெரிக்காவில் இன்னொரு புது வகைச் செப்பு செய்கிறார்கள். இது அனேகமாய் ஆக்ஸிஜன் ஹைட்ரோஜன் இரண்டுமே இல்லாதது. மின்சாரத்தை நன்றாய் ஏற்கும்; கம்பி யிழுக்க மிகவும் நயமானது.

செப்பு நாணயங்கள் மிகவும் புராதனமானவை. இவற்றில் இப்போதெல்லாம் 95 சத வீதம் செம்பும் மிச்சம் 5 சதவீதம் ஈயமும் துத்தநாகமும் அடங்கி யிருக்கின்றன. தங்கநாணயத்தில் உறுதிக்காகச் செம்பு கலப்பது வழக்கம். அப்படியே தங்க நகைகளிலும் கலப்பதுண்டு. அலுமினிய

யந்திரங்கள் நிக்கெல் சாமான்கள் முதலியவற்றிலும் செம்புக்கு அதிக இடமுண்டு.

செம்பின் உப்புக்கள் பல வகையான தொழில்களில் உபயோகமாகின்றன. செம்பின் ஸல்பேட்டாகிய துருசு நெடு நாளாக நாம் அறிந்த ஓர் உப்பு. சாயத் தொழில், காலிகோத் துணியில் அச்சிடுதல், மரத்தை மட்கிப் போகாமல் பாதுகாத்தல் முதலிய வேலைகளுக்கு இது உபயோகமாகிறது. திராட்சைக் கொடிபோன்ற பல செடிகளில் பூஞ்சண நோய் பரவாதபடி துருசு - நீர் தெளிப்பதுண்டு. செம்பின் குளோரைடு உப்பும் இப்படியே கிருமி யழிப்பதில் சிறந்த மருந்தாகும். வேறு சில உப்புக்கள் கண்ணாடிக்குச் சாயமேற்ற உதவுகின்றன.

---

18. பித்தளையும் வெண்கலமும்

நம்மவர்கள் நெடுங் காலமாய் அறிந்திருந்த கலப்பு லோகங்களில் முக்கியமாய் மூன்று இங்கே குறிப்பிடத் தக்கவை. இவை பித்தளை, வெண்கலம், தரா என்பன. மூன்றும் செம்பின் கலப்புலோகங்கள். ஈயம் கலந்தது வெண்கலம். துத்தநாகம் கலந்தது பித்தளை. காரீயம் கலந்தது தரா. இம் மூன்றில், ஈயம் உயர்வானபடியால், வெண்கலம் உயர்வென்றும், காரீயம் மட்டமானபடியால் தரா மட்டமென்றும் நாம் கருதுகிறோம்.

செம்புக்கு எல்லா உலோகங்களோடும் எளிதில் கலந்துகொள்ளும் இயல்பு உண்டு. புராதன காலத்தில் நாகரிகமடையாத மனிதன், செம்பும் ஈயமும் கலந்த வெண்கலத்தை இயற்கையிலேயே கண்டிருக்கிறான் வெண்கலம் மிக்க உறுதியுடையது என்று கண்டு,

கூர்மையுடைய ஆயுதங்களான ஈட்டி கத்தி முதலியவை களுக்கு உபயோகித்திருக்கிறார்கள். இக்காலம் அவன் இரும்பைக்கூட அறியாத காலம். இதனால்தான் புராதன நாகரிக ஆராய்ச்சியாளர், முதன் முதல் தோன்றியது கற் காலம் என்றும், அடுத்தது வெண்கலக் காலம் என்றும், பின்னரே இருப்புக் காலம் வந்தது என்றும் கூறுகிறார்கள்.

பித்தளை

பித்தளையானது, பொதுவாகச் செம்பையும் வெண் கலத்தையும் பார்க்க, விலை மலிவானது. நாட்டிலே எந்தக் காலத்தில் பித்தளை உபயோகத்துக்கு வந்தது என்பது சொல்ல முடியாது: அவ்வளவு புராதனமாக பித்தளைச் சாமான்கள் ஆட்சியிலிருக்கின்றன. பித்தளைத் தகடு, கம்பி, சட்டம், குழாய், குண்டு என்றெல்லாம் எத்த னையோ ரூபத்தில் பித்தளை உபயோகப்படுகிறது. சாதாரணப் பித்தளையில் 30 பங்கு துத்தநாகமும் மிச்சம் 70 பங்கு செம்பும் சேர்ந்திருக்கும். இந்தப் பித்தளை அதி கம் நெகிழக் கூடியது; 36 பங்கு துத்தநாகம் கலப்பது முண்டு. ஈயச் சட்டி அடிப்பது போல, இதை நெருப்பில் காய்ச்சாமலே, சுத்தியால் அடித்து வேண்டிய உருவம் கொடுக்க ஓரளவு முடியும். பொலீஸ்காரன், சிப்பாய் முத லியவர்களுடைய ஆடம்பரமான சட்டைப் பொத்தான் முதலியன பித்தளையாலானவை. மெருகிட மெருகிட இவற் றின் மேலுள்ள எழுத்து அடையாளம் முதலியவை சிறி தும் தேயாமல் அப்படியே இருப்பது பெரிய அனுகூலம்.

36 அல்லது 30 சத வீதம் துத்தநாகம் கலந்துள்ள பித்தளை, காய்ச்சாமலே நினைத்தபடி வேலைசெய்ய இடங் கொடுக்கும். 40 சத வீதம் நாகம் கலந்தது மற்றொரு முக் கிய பித்தளை வகை. இதைக் காய்ச்சித்தான் வேலை செய்வது வழக்கம். காய்ச்சி வார்க்கவும், தகடு சுருட்டவும், இழுக் கவும், முத்திரையிடவும் இது உபயோகிக்கப் பெறுகிறது.

மேற்கூறிய 36 சத வீதப் பித்தளையில் (சாமானியப் பித்தளை) நெகிழ்ச்சியும் உறுதியும் ஒத்திருக்கும் பொருட்டு வேறு உலோகங்கள் சேர்ப்பதுமுண்டு. அலுமினியம் சேர்ந்தது, அதிக உறுதியுடையது. சொற்ப ஈயம் சேர்ந்த

பித்தளை அடுத்த ரகம்; அடுத்தது சொற்ப இரும்பு சேர்ந்தது; கடைசி, சொற்ப மாங்கனீஸ் சேர்ந்தது.

சில வேலைகளுக்குப் பித்தளையில் காரீயம் சேர்ப்பதுண்டு. பித்தளையை வெட்டும்போது, தொளைக்கும்போது, இழைக்கும்போது, அல்லது இவையொத்த வேலைகள் செய்யும்போது, வெட்டுப்பட்ட பித்தளைத் துண்டு அல்லது தூளானது, வெட்டுகிற கத்தி அல்லது வேறு கருவியுடன் சுருட்டிக் கொண்டு சுருளாக வரும். மேலும் அக் கருவி வேலை செய்வதற்கு இது பெருத்த இடையூறானது. இங்ஙனம் சுருளாதிருக்கும் பொருட்டுக் காரீயம் சேர்ப்பதுண்டு. இயந்திரக் கத்தி முதலியன உபயோகித்து வேகமாய் வெட்டும் வேலையில் காரீயம் $2\frac{1}{2}$ சதவீதம் முதல் $3\frac{1}{2}$ சதவீதம் வரையில் பித்தளையில் கலப்பார்கள். காரீயம் கலந்த இழைப்புத் தூளானது, சுருளாமல் விண்டு விழுந்துவிடும். பித்தளைத் திருகாணிகளில் பெரும் பான்மையும் இப்படிப்பட்ட கலப்பைக் காணலாம்.

காரீயம் இவ்வளவு அதிகம் சேரும்போது பித்தளையின் ரகம் மட்டமாகிறது. இதனால் அழுத்தி உருவம் அமைப்பதோ முத்திரையிடுவதோ கஷ்டமாகிறது. இதன் பொருட்டுக் காரீயத்தை அளவில் சற்றுக் குறைப்பார்கள். 1 சதவீதம் முதல் $2\frac{1}{2}$ சதவீதம் வரை இப்படிச் சேர்ப்பதுண்டு.

நம் நாட்டில் மிகச் சமீப காலத்தில்தான் பித்தளை நாணயம் வழக்கத்துக்கு வந்திருக்கிறது. இதில் நூற்றுக்கு 20 பங்கு துத்தநாகமும், 1 பங்கு நிக்கெலும் கலப்பதுண்டு.

வெண்கலம்

செம்பில் துத்தநாகம் கலந்தால் பித்தளை என்பது போல், வெள்ளீயம் கலந்தால் அதை வெண்கலம் என்கிறோம். இக் கலப்புலோகத்தாலான பாத்திரம் அல்லது கலம் வெண்மையா யிருப்பதால் இதற்கு வெண்கலம் என்று பெயர் வந்தது. இந்தக் கலப்பில் சேர்கிற செம்பு, ஈயம் இவற்றின் கூடுதல் குறைதலுக் கேற்றபடி பல வகைப்பட்ட வெண்கலம் கிடைக்கிறது. பழைய காலத்து வெண்கலமெல்லாம் சாதாரணமாக நூற்றில் 88 பங்கு செம்பும், மிச்சம் 12 பங்கு ஈயமும் கலந்திருக்கும். ஈயம்

அதிகமாக ஆக, வெண்கலத்தின் நிறம் வெண்மை யடையும்.

இப்போதைய வெண்கலத்தில் 12 பங்கு ஈயம் கூட்டு வதில்லை; 10 பங்கு ஈயமும், 2 பங்கு துத்தநாகமும் கூட்டு கிருர்கள். (இதற்குக் கன் மெட்டல் என்றும் பெயர்; கன் என்ருல் பீரங்கி.) இது வார்ப்பதற்கு மிகவும் நயமானது. வெண்கலச் சிலைகள் நம் நாட்டில் புராதனமாயுள்ளவை; ஓரளவுக்கு வெண்கலம் களிம்பேருது. ஆதலால் சிலைக்கு உதவுகிறது. இதற்கு 80 பங்கு செம்பு, 20 பங்கு ஈயம் கலப்பார்கள். உண்கலங்களான தட்டு, கலம், குவளை முதலியனவும் இந்தக் கலப்புடையனவே.

கோயிலிலுள்ள கண்டா மணிகள், தாளம், ஜாலரா முதலியவை வார்ப்பு வெண்கலம். மணிகளுக்கு மட்டும் அதனதன் தகுதிக்கும் தேவையான ஒலியின் தன்மைக் கும் ஏற்ப நூற்றில் 12 முதல் 24 வரையில் ஈயமும் மிச் சம் செம்புமாகச் சேர்த்துச் செய்கிருர்கள். ஜாலரா சுமார் 15 அல்லது 20 சத வீதம் ஈயம் கலந்தது; இதைக் காய்ச்சி வார்க்காமல் வேண்டிய உருவம் அமையுமாறு அடித்துச் செய்வதுண்டு.

பாத்திரமாக உபயோகிக்கும்போது, உப்பு, புளி முத லியன பட்டால் ஒரு வேளை வெண்கலம் கைத்துப் போகுமோ என்ற அச்சத்தால், ஈயத்தைக் கொஞ்சம் அதிகமாகவே கலப்பதுண்டு; இக் கலப்புத்தான் முறி என்பது.

வெண்கல நாணயங்களும் சில நாடுகளில் உபயோகத் திலுள்ளன. இவை இருநூற்றில் ஒரு பங்கு ஈயமும் 5 பங்கு துத்தநாகமும் மிச்சம் செம்பும் சேர்ந்தவை யாகும்.

தண்ணீர்க் குழாய்களில், நீரைத் திறக்கும் திருகு முதலியவை ஒருவகை வார்ப்பு வெண்கலம். கடிகார வில் (ஸ்பிரிங்) சிலவும் இவ்வெண்கலம்தான். இதில் நூற் றில் 4 அல்லது 6 பங்கு ஈயமும், ஆயிரத்தில் 3 பங்கு பாஸ் பரஸும் மிச்சம் செம்பும் கலந்திருக்கும். பாஸ்பரஸ்

சேர்ப்பதனால் கலப்புலோகம் அதிக நெகிழ்ச்சியும் ஒட்டமும் பெறுகிறது.

இவ்வகைக் கலப்பு, யந்திரங்களிலுள்ள பால்பேரிங்குகளுக்கும் உபயோகிக்கப் பெறுகிறது.

தமிழ் நாட்டில் வெண்கலத் தொழிலுக்குப் பெயர் பெற்ற இடங்கள் பலவாகும்; கும்பகோணம், நாச்சியார் கோவில் முதலியவற்றைக் குறிப்பிடலாம். கலக்கிற ஈயத்தின் அளவும் பக்குவமும் வெவ்வேறு தொழிற்சாலைகளில் வெவ்வேறு விதமாய் அனுபவத்தில் கொண்டிருக்கிறார்கள். இதற்கேற்றபடி, வெண்கலத்தின் நிறம், ஒளி, நாதம், கைக்காத தன்மை முதலியன மாறுபடும். காளத்தி வெண்கலம் மிகவும் அழகானது, நல்ல சிவப்பு நிறம்; எனவே, இதில் செம்பு மிகுதி, ஈயம் குறைவு, ஆயினும் இது கைக்காதென்று சொல்கிறார்கள். ஆதலால் இரண்டையும் கலப்பதில் உள்ள பக்குவம் அல்லது முறை தனிச் சிறப்பானது. இப்படியே காசி வெண்கலமும் புகழ்பெற்றது. இதில் சிவப்பே இராது; சற்றே கருமை பொருந்திய வெண்ணிறம் காணப்படும். இதில் ஈயம் அதிகம்; வேறு உலோகமும் கலக்கிறார்கள். இது என்ன என்பதும் என்ன அளவில் கலக்கிறார்கள் என்பதும் ரகசியமாகவே உள்ளன. மலையாளத்திலுள்ள குன்னிமங்கலம் பித்தளை வெண்கல வேலைக்குப் புகழ் பெற்றது.

அலுமினிய வெண்கலம்

இந்த யுத்தத்தில் ஈயச் சுரங்கம் எல்லாம் ஜப்பான் வசமாகிவிடவே, பிரிட்டிஷ்காரர் முதலாயினோர் ஈயமில்லாது தொழில் நடத்தும் நிலைமை ஏற்பட்டது. இதன் பயனாய், ஈய - வெண்கல உற்பத்தி குறைந்து, புது வகையான வெண்கல வகைகள் பெருகின. இவற்றுள் அலுமினிய வெண்கலம் முக்கியமானது. சட்டம், கம்பி, குழாய் என்ற பல உருவத்தில் இது தயாராகிறது; இதில் 5 முதல் $7\frac{1}{2}$ சத வீதம் வரையில் அலுமினியமும் மிச்சம் செம்பும் உள்ளன. பெயர்தான் வெண்கலமே தவிர, ஈயம் இதில் அருமை. களிம்பேறுமை இதன் சிறப்பியல்பு. ஊறுகாய் ஜாடி முதலியவற்றுக்கும், கப்பல் உட்புற

அமைப்பில் சில சாதனங்களுக்கும் இது உதவுகிறது. இது உறுதி அதிகமுடைமையால், காந்த சக்தி இருக்க வேண்டாத இடங்களில் எஃகுக்குப் பதிலாகவும் பயன் படுகிறது. தவிர, அலுமினியம் 7 சத வீதம் கலந்துள்ள கலப்பானது, அலங்காரமான சிற்ப வேலைக்கும் உதவு கிறது. இதன் நிறம் அழகிய மங்காத பொன்னிறம்; காற்றுப் படப்பட, இந் நிறம் பிரகாசத்தோ டிருக்கிறது. பார்வைக்குப் பொன்போலிருக்கும் சிகரெட்டுப் பெட்டி கள் அலுமினிய வெண்கலத்தால் செய்யப்பெறும்.

$7\frac{1}{2}$ சத வீதத்துக்கு மேல் 12 வரையிலுள்ள மற்றோர் அலுமினிய வெண்கல வகையு மிருக்கிறது. மணல் வார்ப் பாயும், அச்சு வார்ப்பாயும், கைவினை வெண்கலமாயும் இது உபயோகமாகும். இதனுள், 5 சத வீதம் இரும்பும் 5 சத வீதம் நிக்கெலும் சேர்ப்பதுண்டு.

தரா

வெண்கலத்தில் காரீயக் கலப்பு ஒரு முக்கிய அம்சம். செம்பும் காரீயமும் சேர்ந்தது, தரா. தனி வெண்கலத் தைப் பார்க்கிலும் இது மட்டமானது. 30 சத வீதம் காரீயம், 5 சத வீதம் துத்தநாகம் இதில் சேரும். துத்த நாகத்துக்குப் பதிலாக, நிக்கெலோ ஈயமோ சேர்ப்ப துண்டு. சுழலும் இயந்திரங்கள், அரைக்கிற இயந்திரங் கள் முதலியவற்றில் சுழல்கிற பாகத்துக்கு அமைத்துள்ள குண்டு அமைப்பு, பெரும்பான்மையும் தராக் குண்டா லானது. இயந்திரங்களுக்கு எண்ணெய் போட்டால் என்ன பயனுண்டோ, அப் பயன் காரீயத்தால் ஏற்படு கிறது. இதன் பொருட்டே தராக் குண்டு போடுகிறார்கள். நுட்பமான மணல் முதலிய தூசு, இயந்திரம் சுழலும் போது, தராக் குண்டில் புகுந்து கொள்ளுகிறது. இது, குண்டு மேலும் தேயாது பார்த்துக் கொள்கிறது; தேய்ந்து வெளிப்பட்ட காரீயம் எண்ணெய் போல வேலை செய்கிறது.

செம்பும் நிக்கெலும் சேர்ந்ததுதான் 'ஜெர்மன் வெள்ளி' அல்லது 'நிக்கெல் ஸில்வர்' என்பது. செம்பு எளிதில் எல்லா உலோகங்களுடன் கூடிக் கலப்பு

லோகம் தரவல்லது. ஐந்நூற்றுக்கு மேற்பட்ட செம்புக் கலப்புக்கள் உள்ளனவாம். இவற்றுள் மிகவும் பழமையானது, சுத்த வெண்கலம். மிகவும் புதியது, செம்புக் குரோமியக் கலப்பு. செம்புக் கலப்பைக் குறித்த வேறு சில செய்திகளை நிக்கெல், காட்மியம், பெரில்லியம் என்ற பகுதிகளிலும் காணலாம்.

---

19. ஈயம்

பொதுவாக நமது தினசரி வாழ்க்கையில் உலோகங்களுக்குள்ள உபயோகம் அதிகம். இரும்பு, செம்பு, வெண்கலம், பித்தளை, வெள்ளி என்றெல்லாம் பலவகை உலோகங்கள் அளவில்லாமல் உபயோகப் படுகின்றன. இவற்றுள் ஈயமும் ஒன்று. ஈயத்தின் உபயோகம் நம்மிடையே அதிகம், மேலை நாட்டில் குறைவு. எனினும், இது முக்கியமானது. வெள்ளி ஒன்று நீங்கலாக, செம்பு பித்தளை முதலான உலோகங்கள் உணவு வைப்பதற்கு ஏற்றன அல்ல; மோர், தயிர், உப்பு, புளி முதலியன பட்டால், இவை கைத்துப் போய்விடும்; வெள்ளியோ அதிக விலை மதிப்புடையது; எளியவர்களுக்கு ஏற்றதல்ல. எனவே, ஈயம் ஒன்றுதான் சமைத்த உணவு முதலியன வைத்தால், கைக்காம லிருக்கும்; அதனால், எளியவர்களுக்கு உபயோகமாகிறது.

எவ்வளவோ புராதன காலத்திலிருந்து ஈயப் பாத்திரங்கள் நம்மிடையே வழங்கி வருகின்றன. ஈயச் சட்டி செம்பு கிண்ணம் குவளை என்றெல்லாம் எத்தனையோ வகையான பாத்திரங்கள். தவிர, பித்தளை செம்பு முதலியவற்றில் கைப்பு ஏறாமலிருக்கும் பொருட்டு, அவற்றில்

ஈயப் பூச்சு பூசுகிறோம். அலுமினியம் கைப்பேறுத உலோகமென்றாலும், அது மிகச் சமீபத்தில்தான் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. ஈயத்தைப் போலப் புராதனமான உலோகம் அல்ல அது.

ஈயம் பூசுவது நம் நாட்டில் மிகவும் பழமையான வழக்கமாயிருந்த போதிலுங் கூட, மேலே நாட்டில் இது மிகவும் புதியதாய்த்தான் இருக்கிறது. பிரெஞ்சுச் சக்கர வர்த்தியா யிருந்த நெப்போலியன் காலத்தில் உணவை நெடுநாள் கேடாமல் வைத்திருப்பதற்கான வழிகள் தெரியாமல் திண்டாடினார்கள். இதற்கான வழி சொல் வோருக்கு 12000 பிராங்கு தொகை பரிசளிப்பதாக 1795 ஆம் ஆண்டில் சக்கரவர்த்தி விளம்பரம் செய்தான். அதன் பிறகுதான் ஈயம் பூசிய பாத்திரத்தில் வைத்த உணவு கெடாது என்ற உண்மை கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. பொஹீமியா முதலான தேசங்களில், கவசங்கள் முதலிய வற்றுக்கு ஈயம் பூசுவது நெடுங்காலமாக வழக்கத்தி லிருந்தது. ஆனல், பாத்திரங்களுக்கு ஈயம் பூசி உணவு வைத்திருப்பது, புதிதாகத்தான் வழக்கத்துக்கு வந்தது.

லேசாக ஈயம் பூசப்பெற்ற இரும்புத் தகடுதான் தகரம் என்று சொல்லப் பெறுகிறது. நூறு வருஷங்களுக்கு முன் செய்த தகரங்களில் ஈயம் கனமாகப் பூசி யிருக்குமாம். இது காரணமாக, ஈயம் பூசிப் பற்றவைத்து அடைத்த தகர டப்பிகளைத் திறப்பது அக்காலத்தில் கடினமாம். 'சுற்றிலும் உளி வைத்துச் சுத்தியால் அடித்து வெட்டித் திறக்கவும்' என்ற குறிப்பு மூடிகளில் காணப்படும். இவ்வளவு கனமாகப் பூசிய ஈயம நெடுநாள் வரை பயன் பட்டது முண்டு. 1918 ஆம் வருஷத்தில் கடலிலிருந்து இரண்டு டப்பிகள் கிடைத்தன. இவை உணவு அடைத்த டப்பிகள். ப்யூரி என்ற பிரிட்டிஷ் கப்பல் 1825 இல் மூழ்கியபோது, இவை அதிலிருந்து பின்னர் கடலிலேயே மிதந்து வந்திருக்கின்றன! ஏறக்குறைய நூறு வருஷம் கழிந்தபின் இவற்றைத் திறந்தபோது உள்ளிருந்தது ஒன் றும் கெட வில்லையாம். இவற்றினுள்ளிருந்த பட்டாணிக் கறியும் மாட்டிறைச்சியும் கெடாமலே உண்ணத்தக்க நிலைமையில் இருந்தனவாம்.

ஈயமானது, பெரும்பான்மையும் ஈய ஆக்ஸைடு என்ற தாதுவிலிருந்தும், சிறுபான்மை ஈய ஸல்பைடு என்ற தாதுவிலிருந்தும் கிடைக்கிறது. ஈய உலோகமாக இயற்கையில் கிடைப்பதில்லை. மலாயா, பர்மா, சயாம் ஆகிய நாடுகளில்தான் உலகத்து ஈயத்தில் பெரும் பகுதி, அதாவது நூற்றுக்கு 62 பங்கு, கிடைத்து வந்தது; பொலீவியா தேசத்தில் 18 பங்கு; சீனம் 6; நைகீரியா 5; இந்த யுத்தத்துக்கு முந்திய ஐந்து வருஷங்களில் உலக முழுவதும் உற்பத்தியான ஈயம் சராசரி 160 ஆயிரம் டன். இதில் மலாயாவில் மட்டும் 50 ஆயிரத்துக்கு அதிகம்; டச்சுக் கிழக்கிந்தியத் தீவுகளில் 40 க்குக் குறைவு; பொலீவியா 25க்கு அதிகம்; சீயம் 10 ஆயிரத்துக்கு அதிகம்; சீனம் 10 ஆயிரம்; பர்மா 5 ஆயிரம்; ஜப்பான் 2 ஆயிரம்; இங்கிலாந்து 2 ஆயிரம்; கானடாவிலோ அமெரிக்காவிலோ ஈயச் சுரங்கம் ஒன்றுகூட இல்லை.

நல்ல வெள்ளியொத்த பளபளப்புடைமையால், ஈயம், வெள்ளீயம் என்றும் வழங்கப்பெறும். காரீயம் என்பது வேறு; பலர் நினைப்பது போல, காரீயம் ஈயத்தில் ஒருவகையன்று; இது முற்றும் வேறான ஓர் உலோகம். இரண்டையும் வேறுபாடு கண்டுபிடிக்க எளிதான வழியொன்றுண்டு: காகிதத்தில் எழுதினால் காரீயம் பென்சில் போல் கோடிழுக்கும், வெள்ளீயம் இழுக்காது. காரீயத்திலும் வெள்ளீயம் எடை அதிகமுள்ளது; ஆனால் சீக்கிரம் உருகிவிடும்; வெள்ளீயம் செ. 232 டிகிரியில் உருகும், காரீயம் 325 டிகிரியில் உருகும். நல்ல ஈயச் சட்டத்தை முறித்தால் மளார் என்று சத்தங் கேட்குமாம்.

ஈயம் மிகவும் மிருதுவான உலோகம். இரும்பைவிடக் கொஞ்சம் எடை குறைவானது. இந்த யுத்தத்துக்கு முந்திய காலத்தில், மலாயா முதலான இடங்களிலுள்ள சுரங்கங்கள் வெள்ளைக்காரர் வசமிருந்தன. ஈய உற்பத்தி பெருகி ஏராளமாய் ஈயம் கிடைத்தால் விலை குறைந்து போகுமே என்றெண்ணி, இவர்கள் வருஷந்தோறும் இவ்வளவுதான் உற்பத்தி செய்யலாம் என்று தங்களுக்குள் வரையறை செய்து கொண்டிருந்தார்கள். சாதாரண காலத்தில், ஈயமானது இரும்பைப்போல் 25 மடங்கு விலை

யுள்ளது; அலுமினியத்தைப்போல் இரண்டு மடங்கு ஆகும்.

ஆனால், இந்த யுத்தம் காரணமாக நிலைமை மாறி விட்டது. அனேக நாடுகளுக்கு ஈயம் கொடுத்து வந்த மலாயா நாடுகள் ஜப்பான் வசமாகிவிடவே, இங்கிலாந்து முதலிய தேசங்கள் ஈயம் இல்லாமலே காலம் கழிக்க வேண்டியதாகி விட்டது. உணவை வைப்பதற்கு ஈயம் உபயோகிக்கலாமேயன்றி வேறெதற்கும் ஈயம் உபயோ கிக்கக்கூடாதென்று அந் நாட்டில் சட்டம் ஏற்பட்டது. தொழிற்சாலைகளில் ஈயம் கலந்த பால்-பேரிங்குகளுக்குப் பதிலாக, காரீயம் செம்பு முதலியன கொண்ட பாகங்கள் புதிதாய் உபயோகத்துக்கு வரலாயின. ஈயமும், செம்பும் கலந்த உலோகமாகிய வெண்கலத்தின் உபயோகமும் குறைக்கப்பட்டது. தகரங்களிலுள்ள ஈயத்தைக்கூட மின்சார உதவிகொண்டு பிரித்தெடுத்து உபயோகித் திருக்கிறார்கள்.

ஈய உற்பத்தியில் பெரும் பகுதி தகரத்துக்குப் பூசத் தான் உபயோகமாகிறது. பூச்சு வேலை, மின்சார உதவி கொண்டு நடைபெறுகிறது. மற்றொரு பெரும் பகுதி பித்தளை வெண்கலம் போன்ற கலப்பு உலோகம் செய் வதிலும், மிச்சமுள்ளது உலோகக் கருவிகள், இரும்புச் சாமான்கள் முதலியவற்றிலுள்ள இணைப்புக்களுக்கும் உபயோகமாகிறது. தகரத்தின்மேல் பூசிய ஈயம் அங் குலத்தில் பதினாயிரத்தில் ஒரு பங்கு கனம் கொண்டதா யிருக்கும்: நாம் சாதாரணமாய் வீட்டில் ஈயம் பூசுவதை இதனுடன் ஒப்பிடக்கூடாது. வீட்டில் பூசும் பூச்சு, நாம் கொடுக்கும் ஈயத்துக்குத் தக்கபடி, காலங்குலம், அரையங் குலம் கூட இருக்கும்.

நல்ல வெண்கலத்தில் பத்திலொரு பங்கு ஈயம் சேர் கிறது; முறியில் கால் பங்கு வரையில் சேர்கிறது; செப்பு நாணயங்களில், நூற்றில் 4 பங்கு சேர்ப்பதுண்டு.

யுத்தத்துக்கு முந்திய காலத்தில், சிகரெட்டுகள் தின் பண்டங்கள் (சாக்கலேட் முதலியன) தேயிலைத் தூள் முதலியவற்றில் சுற்றியுள்ள காரீயத் தகட்டின் மேல் மெல்லியதாக ஈயம் பூசியிருக்கும். தவிர, ஈயக் குளோரைடு

என்ற உருவத்தில் சாயத் தொழிலிலும் ஈயம் பயன் படுகிறது. பட்டினுலான காலுறைகளுக்குச் சாயம் தோய்க்க இந்தக் குளோரைடு பெரிதும் இன்றியமை யாதது.

---

20. காரீயம்

ஈயத்துக்கு வேறுன உலோகமானபடியால் இது தன் கருநிறத்தையொட்டிக் காரீயம் என்று பெயர் பெற்றது; நிறம் சிறிதே நீலமும் சாம்பலும் கலந்தாற்போலுள்ளது. வெள்ளைக் காகிதத்தில் காரீயத் துண்டொன்றிஞல் எழுதிஞல், சாமானியக் கறுப்புப் பென்சிலால் எழுதுவது போலவே எழுத வரும். இதுவே இவ்வுலோகத்துக்கும் சுத்த ஈயமாகிய வெள்ளீயத்துக்குமுள்ள வெளிப்படையான வேறுபாடு. ஒரு காரீயக் கட்டியைக் கத்தியால் வெட்டிஞல், மிகவும் பளபளப்பான வெட்டுத் தோற்றத்தைக் காணலாம். ஆனுல், இந்தப் புதிய இடத்தில் காற்றிலுள்ள பிராணவாயு பட்டு, உடனே ஆக்ஸைடாக மாறிவிடுகிறது. இவ்வுலோகம் அக்கினித் திராவகத்தில் கரையக் கூடியது.

ஈயம்போலவே இதுவும், மிகவும் மிருதுவான உலோகம்; எளிதில் உருக்கி நினைத்த உருவங்களைச் செய்யலாம். பாபிலோன் என்ற புராதன நகரத்தில் இருந்த தொங்கு தோட்டங்களில் காரீயப் பூந்தொட்டிகள் செய்து அவற்றில் செடிகளைப் பயிரிட்டார்களாம். புராதன ரோமர்களுக்கு ஸ்பானியச் சுரங்கங்களில் ஏராளமான காரீயம் கிடைத்தது. இதைக்கொண்டு ஜலத்தைக் கொண்டுவந்து தருவதற்கான குழாய்கள் அமைத்தார்கள். 2000 ஆண்டு

கள் ஆகியும், இந்தக் குழாய்கள் கெடாமல் இருக்கின்றனவாம்.

இயற்கையிலே காரீயம் தனி உலோகமாய்க் கிடைப்பதில்லை. மற்றப் பொருள்களுடன் கூடி, உப்பாகத்தான் கிடைக்கிறது. கந்தகத்தோடு கூடிய காரீய ஸல்பைடு என்ற உப்புத்தான் காரீயம் தருகிற முக்கியமான தாது. இதில் கூடக் கொஞ்சம் வெள்ளியும் கலந்தே இருக்குமாம். இவ்விதம் காரீயத்திலிருந்து கிடைக்கிற வெள்ளியே உலகத்தில் உற்பத்தியாகிற வெள்ளியில் பெரும்பகுதி. காரீயம் பொதுவாக எல்லா நாடுகளிலும் கொஞ்சம் கொஞ்சமாவது கிடைக்கிறது.

1938 இல் உலகெங்கும் கிடைத்தது மொத்தம் 17 லட்சத்து 80 ஆயிரம் டன். யுத்தத்துக்கு முந்திய ஐந்து வருஷங்களில் கிடைத்த காரீயம், சராசரி வருஷமொன்றுக்கு 15 லட்சத்து 26 ஆயிரம் டன்; இதில் (ஆயிரம் டன் கணக்கில்) அமெரிக்கா 125, ஆஸ்திரேலியா 240, மெக்ஸிகோ 200, கானடா 160, பர்மா 90, யூகோஸ்லேவியா, ஜெர்மனி 70, ஸ்பெயின் 50, ருஷ்யா 50, இத்தாலி 40, இங்கிலாந்து இன்னும் குறைவு.

காரீயம் மிக எளிதில் உருகும். இதனால் தான், இது எல்லா வேலைகளுக்கும் சுலபமாய்ப் பயன்பட்டது. அச்செழுத்துத் தோன்றிய நாளாக, காரீயமே எழுத்து அச்சுக்களை வார்க்க உபயோகப்பட்டுவருகிறது. காரீயம் 76 பங்கும் 8 பங்கு ஈயமும் 16 பங்கு ஆண்டிமொனியும் கலந்த உலோகத்தை இவ் வேலைக்கு உபயோகிக்கிறார்கள். இவ்விதம் வார்க்க இது உதவியதால், பழங்காலத்தில் இதனால் காசுகளும் செய்தார்கள். காரீயம் களிம்பேறுமலிருந்தமை, இவ்வேலைக்கு அனுகூலமாயிருந்தது.

ஆயினும், காரீயத்துக்கு உலோகங்களிலெல்லாம் மட்டமான உலோகம் என்ற பெயரும் நெடுங்காலமாகவே இருந்திருக்கிறது. அதன் கருநிறம், மென்மை, எளிதில் உருகும் தன்மை ஆகிய எல்லாம் இப்பெயருக்குக் காரணமாயிருக்கலாம். காரீயமானது மற்ற உலோகங்களுடன் கலக்கப் பயன்படுவதில்லை.

இரும்பு, துத்தநாகம், அலுமினியம் முதலியவற்றோடு இது கலக்காது. உருக்கிய காரீயம் உருக்கிய அலுமினியத்தோடு கலப்பதேயில்லை. இப்படியே உருக்கிய செம்பும் காரீயமும் பூரணமாய்க் கலப்பதில்லை. ஆனால், ஈயம் ஆண்டிமொனி போன்ற எளிதில் உருகக்கூடிய உலோகங்களோடு, காரீயம் நன்றாய்க் கலக்கிறது. உலோகத்தாலான சாமான்களை ஒன்றோடொன்று சேர்த்துப் பற்ற வைப்பதற்கு ஈயம் - காரீயம் சேர்ந்த கலப்புலோகம் மிக்க நல்ல முறையில் பயன்படுகிறது. பத்து சதவீதம் ஆண்டிமொனியுடன் கலந்து மின்சாரப் பாட்டரித் தகடுகளுக்கு உபயோகிக்கப் படுகிறது. இரண்டு முதல் ஐந்து சதவீதம் வரையில் ஆண்டிமொனி கலந்து சிறிய துப்பாக்கிக் குண்டுகளில் காரீயம் உபயோகமாகிறது.

காரீயம் மிகவும் பளுவானது என்று பெயர்வாங்கியது; தங்கம், பாதரசம் போன்றவற்றைவிடக் கனம் குறைவானபோதிலும், செம்பைப்போல் ஒன்றரை மடங்கு கனமுடையது; ஆயினும் மிக்க மென்மையுடையது: நகத்தால் கீறினாலும் அதன்மேல் கோடு விழும். காய்ச்சி உருக்காமலே மெல்லிய தகடாக அடிக்கலாம், சுருளாகவும் சுருட்டலாம், குழாயாகவும் ஆக்கலாம். ஆனால் பாரம் தாங்கக்கூடிய எந்த வேலைக்கும் இது பயன்படாது. சாதாரணமாய் ஓரங்குலக் குறுக்களவுடைய எஃகுக் கம்பி 25 டன் (அதாவது 56,000 பவுண்டு, எடையைத் தாங்கி நிற்கும். ஆனால் அதே பருமனுள்ள காரீயக் கம்பி 200 பவுண்டு எடையைக்கூடத் தாங்க மாட்டாமல் நீண்டு துவண்டு, இற்றுப் போகும்; கம்பி இழுக்கும்போதே இற்றுப் போய்விடும்.

இங்கிலாந்து போன்ற குளிர் நாடுகளில் குடிதண்ணீர் வரும் குழாய்கள் அடிக்கடி வெடித்துப் போவதுண்டு. இக் குழாய்கள் காரீயத்தாலானவை. குளிரினால் குழாயில் வரும் தண்ணீர் உறைந்துபோய்ப் பனிக்கட்டியாகிவிடும்; நீர் பனிக்கட்டி யாகும்போது கொஞ்சம் உப்புவதால், முன்னமே உள்ள இடம் போதாமல் காரீயக் குழாயானது, உப்புகின்ற பனிக்கட்டியின் பலமான தள்ளுதலைத் தாங்காமல் வெடிக்கிறது. இக் குழாய்களுக்கு

உபயோகிக்கும் காரீயத்தில், ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கு தெல்லூரியம் என்ற உலோகத்தைக் கலக்கவே, இது முன்னைவிட ஐந்துமடங்கு அதிகப் பலம்பெறுகிறதாம்.

டெலிபோன் கம்பிகளுக்குச் சுற்றவும் காரீயத்தை உபயோகிப்பதுண்டு. இக் காரீயத்தில், நானூற்றில் ஒரு பங்கு காட்மியம் என்ற உலோகமும், இரண்டு பங்கு ஆண்டிமொனியும் கலந்தால், போதிய வலிவு ஏற்படுகிறதாம்.

யந்திரங்கள் அதிகமாக உபயோகத்துக்கு வருகிற இக்காலத்தில், யந்திரங்களில் சுழலும் பாகங்களில், தனிச் சக்கரம் சுழல்வதைவிட, அதனுள் உலோகக் குண்டுகளை வரிசையாகவட்டவடிவத்தில் அமைத்துக்குண்டுகளின்மீது சக்கரம் நகர்ந்து சுழலச் செய்வது மிக்க லாபகரமாயிருக்கிறது இந்த அமைப்புக்கு பால்-பேரிங் அல்லது குண்டு தாங்கிய சுழற்சி என்று சொல்கிறார்கள். சைக்கிளின் பாகங்களைப் பிரித்துப் பார்த்தவர்களுக்கு இந்தக் குண்டு வைத்த அமைப்பு எவ்வளவு நன்றாக வேலை செய்கிறது என்பது தெரியும். ஒரு சைக்கிளில் மட்டும், பெரியதும் சிறியதுமாகச் சுமார் 300 குண்டுகள் வேலை செய்கின்றன, முன்னெல்லாம் இவை ஈயமும் ஆண்டிமொனியும் கலந்து செய்யப் பெற்றன. இப்போது அதிக வேகமில்லாது சுழலும் கருவிகளுக்குக் காரீயம் கலந்த குண்டுகள் போதுமென்று கண்டிருக்கிறார்கள்.

காரீயம் யாரும் லட்சியம் செய்யாத ஓர் உலோகம். ஒரு சமயம் மாதாகோவில்களில் போட்டிருந்த பழைய காரீயத் தகடுகளை நீக்கிவிட்டுப் புதுக் காரீயம் போட்டுத் தருவதாக ஒருவன் வந்து அப்படியே போட்டும் தந்தான். குறித்த ஒரு சுரங்கத்தில் காரீயமும் வெள்ளியும் சேர்ந்தே கிடைத்தன; அக்காரீயத்தால் செய்த இந்தத் தகடுகளில் வெள்ளியும் கலந்திருப்பதை அவன் ஊகித்துக்கொண்டு பழைய தகட்டின் வெள்ளியை எடுத்துக்கொண்டு புதுக் காரீயத் தகடாகவே மாட்டி விட்டான். மாதாகோவில் அதிகாரிகளுக்கு, பாவம் இந்த ரகசியம் தெரியவில்லையாம்.

வர்ணம் பூச உபயோகப்படுகிற காரீய வெள்ளை (ஒயிட் லெட்) என்பது காரீயக் கார்பொனெட் என்ற

உப்பு; நெடுநாள் கெடாதிருந்து மரத்தைப் பாதுகாக்கக் கூடியது. இரும்புக்குப் பூசும் சிந்தூரம் என்னும் வர்ணம், காரீயத்தின் (சிவப்பு) ஆக்ஸைடு; இது சிறிதளவு வார்னிஷ் எண்ணெய் செய்யவும், கண்ணாடி செய்யவும் பயன் படுகிறது. மண் சாமான்களுக்குப் பளபளப்புத் தரவும் அச்சிடும் மை தரவும் காரீய உப்புக்கள் உதவு கின்றன.

---

21. துத்தநாகம்

நாகம் என்றும் துத்தநாகம் என்றும் நம் நாட்டில் வழங்குகின்ற இவ்வுலோகமானது, வெகு காலம் வரையில் இந்தியா, சீனா, சுமாத்ரா முதலான ஆசிய நாடு களுக்கே தெரிந்த ஓர் உலோகமா யிருந்தது. பதினேழாம் நூற்றாண்டில்தான் இவ் வுலோகம் ஐரோப்பாவுக்குப் போயிற்று. அதன்பின், முக்கியமாக இங்கிலாந்தில், இது மிகுதியாக உற்பத்தி செய்யப்பெற்றது.

துத்தநாகமானது, இதனுடைய ஸல்பைடு என்ற தாது வாகத்தான் இயற்கையில் பெரும்பாலும் கிடைக்கிறது. இந்த ஸல்பைடைக் காற்றுப் படும்படி காய்ச்சும்போது, இதிலுள்ள கந்தகம் காற்றோடு கூடி வெளிப்படவும், துத்த நாகம் காற்றோடு கூடி ஆக்ஸைடாகிறது. இதை மறுபடி யும் கரியுடன் சேர்த்துக் காய்ச்சவே, துத்தநாகம் மட்டும் தனியே கிடைக்கிறது. மின்சாரம் ஏராளமாயும், மலிவா யும் கிடைக்கிற நாடுகளில் மின்சாரத்தின் துணைகொண்டு துத்தநாகத்தைமட்டும் எளிதில் பிரிக்க முடிகிறது.

துத்தநாகமானது, சற்றே நீலம் கலந்த வெண்ணிற உலோகம்; கொஞ்சம் பொரபொரப்பானது.

செ.100-150 டிகிரிக்குள் அதைத் தகடாக அடிக்கவும், கம்பியாக இழுக்கவும் முடியும். செ. 300 டிகிரி ஆனல், மறுபடியும் பொரபொரப்பாகிறது. சுத்தியால் அடித்து அதைத் தூளாக்கலாம்.

18 ஆம் நூற்றுண்டு வரையில் இராஜ புதனத்தில் துத்தநாகம் கிடைத்தது. இப்போது பர்மாவில்தான் அதிகம். இது முன்னெல்லாம் பெல்ஜியம், ஜெர்மனி, ஜப்பான் ஆகிய நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதியாயிற்று. இப்போது பெரும்பகுதி இந்தியாவிலேயே உபயோகமாகிறது.

யுத்தத்துக்கு முந்திய 5 வருஷங்களில் வருஷமொன்றுக்குச் சராசரி 1666 ஆயிரம் டன் கிடைத்தது. இதில் ஒவ்வொரு நாட்டிலும் கிடைத்த துத்தநாகம் (ஆயிரம் டன் கணக்கில்) அமெரிக்கா சுமார் 475; ஆஸ்திரேலியா 175; ஜெர்மனி 150; கானடா 175; மெக்சிகோ 150; நியூ பௌண்ட்லாந்து 75; இத்தாலி, போலந்து பர்மா, ருஷ்யா, யுகோஸ்லேவியா ஒவ்வொன்றும் சுமார் 50; ஸ்வீடன், ஸ்பெயின், ஜப்பான் முதலியன ஒவ்வொன்றும் 25.

துத்தநாகத் தாதுக்களும் காரீயத் தாதுக்களும் பெரும்பாலும் கலந்தே கிடைக்கின்றன. சுரங்க வேலை தொடங்கியவர்கள் அனேகமாய் இரண்டையும் சேர்த்துத் தான் எடுக்கிறார்கள்.

இருப்புத் தகடுகளுக்கு மேற் பூச்சுப் பூச உபயோகமாவதுதான் துத்தநாகத்துக் குள்ள முக்கியமான வேலைகளில் நமக்குத் தெரிந்தது. துத்தநாகம் துருவேறாது; ஆகவேதான், இரும்புத் தகரம் தகடு முதலியவற்றுக்கு இதைப் பூசுகிறார்கள். மின்சாரத்தின் துணைகொண்டு, பூசுவது ஒரு பழைய முறை; இப்போதெல்லாம் வேறு இரண்டு முறைகள் பழக்கத்திலுள்ளன. உருக்கிய துத்தநாகம் நிறைந்த தொட்டியில் தகட்டை அமுக்கி நனைத்தெடுப்பது ஒரு முறை; மற்றொன்று, துத்தநாக உலோகத்தை உருக்கி ஆவியாக்கி, அந்த ஆவி தகட்டில் படியுமாறு செய்வது. தகட்டுக்குத் துத்தநாகம் பூசும் வேலைக்குத் தனியாக 'கால்வனைஸிங்' என்று பெயர் கொடுத்திருக்கிறார்கள்.

கால்வனைஸ் பண்ணின - அதாவது நாகம் பூசின தகடுகள், மட்டமான தகடுகளும் சரி, வளைந்த தகடுகளும் சரி, கூரை வேய்வதற்கு மிகுதியும் ஏற்றவை. காற்று மழை வெப்பத்தால் கெடாமல் இவை 40 வருஷம் அப்படியே இருக்குமாம்; இங்கிலாந்தில் ஓரிடத்தில் ரெயில்வே ஸ்டேஷன் கூரைக்குப் போட்ட தகடு, வருஷம் 90 ஆகியும் இன்னும் நல்ல நிலைமையில் இருக்கிறதாம். ஜெர்மனியில் ஹிட்லருடைய ரீச் சபையின் கூரைகள் பல இடங்களில் நாகத் தகடுதானும்.

அடுப்பங்கரை அலமாரிகளுக்கும் மின்சார பாட்டரி களுக்கும் சில வகை வாத்தியக் கருவிகளுக்கும் வாளி தொட்டி முதலியவற்றுக்கும் நாகத் தகடு உபயோகப் படுகிறது. நாகத்துக்குள்ள மற்ெறாரு சிறந்த உபயோகம், பித்தளை செய்வதில். செம்பும் நாகமும் கலந்ததுதான் பித்தளை: நூற்றுக்கு 36 பங்கு வரையில் நாகம் கலப்ப துண்டு.

நாக வார்ப்பு வேலை இன்றைய உலோகத் தொழிலில் மிக முக்கியமானது. நூற்றுக்கு 4 பங்கு அலுமினியம், 3 பங்கு செம்பு, மிச்சம் நாகம் கலந்த கலப்பு வார்ப்பு வேலைக்குப் பெரிதும் பொருத்தமானதாம்; இது உறுதியும் கடினமு முடையதாம். இவ்வகைக் கலப்பு மோட்டார் காரில் பல பாகங்களுக்கு உபயோகப்படுகிறது. சாதாரண அமெரிக்கக் காரில் 50 பவுண்டு எடைக்குக் குறையாமல் நாக வார்ப்பு இருக்கிறதாம். தனி நாகத்தால் மட்டும் மோட்டார் பாகங்களைச் செய்து வைத்தால், இது பக்கத் திலுள்ள எஃகை அரித்துக் கரைத்துவிடுகிறது: ஆனால், மேற் சொன்ன கலப்பானது நாகத்துக்குள்ள இந்தக் குறைபாட்டைப் போக்கிவிடுகிறது.

சென்ற யுத்தத்தையடுத்துத்தான் நாக வார்ப்புத் தொழில் வளர்ந்தது. ஆனால், ஆரம்பத்தில் இது சரியாகப் பலன் தரவில்லை. வார்ப்பு அவ்வளவும் கொஞ்ச நாளான பின் பொரபொரவென்று பொரிந்து நொறுங்கிவிட்டதாம். நாகத்தில் மிகச் சொற்ப அளவில் ஈயம், காரீயம், காட்மியம் என்ற உலோகங்கள் கலந்திருந்ததுதான் இந்த குறைக்குக் காரணம். 50 ஆயிரம் பங்குள்ள நாகத்தில் ஒரு பங்கு

ஈயம் கலந்தாலும், நாகத்தின் தன்மை கெட்டுவிடுகிறதாம் இதைப் போக்குவதற்காக 5000 இல் ஒரு பங்கு மக்னீஷியம் சேர்ப்பது நல்லது என்று தெரிந்தது. இப்போதெல்லாம் ஈயம் 10000 இல் ஒரு பங்குக்கு மேற்படாதபடி நாகம் செய்ய முடிகிறது; இப்படிப்பட்ட வார்ப்பு வேலை மிகவும் லாபகரமான முறையில் யுத்தத்துக்குப் பின் எல்லாத் துறைகளிலும் வளர்ந்தோங்கும் என்று தெரிகிறது.

சாயத் தொழில், வர்ணத் தொழில் இரசாயன வேலைகள், மின்சார வேலைகள், வைத்தியம், உலோகப் பூச்சு முதலிய பலவகைத் தொழில்களில் நாகமும் நாகம் சம்பந்தப்பட்ட உப்புக்களும் இன்று பயன் படுகின்றன.

---

22. நிக்கெல்

நிக்கெல் என்ற பெயர் நம்மவர்களுக்கு அதிகமாய்ப் பழக்கமில்லாவிட்டாலுங்கூட, நிக்கெல் என்ற உலோகத்தைக் கையால் தொட்டுப் புழங்காத மனிதர் யாரும் - ஆணோ, பெண்ணோ, பெரியவர்களோ, சிறியவர்களோ - நம் நாட்டில் இல்லை என்று நிச்சயமாய்ச் சொல்லலாம். பணம் காசைத் தொடாதவர்கள் உண்டா? வளைவு வளைவாகவுள்ள ஓரமுடைய ஓரணுக் காசையும், சதுரமான இரண்டணுக் காசையும் எவர் தொட்டதில்லை? இந்த யுத்த காலத்தில் ஓரணுவுக்கும் இரண்டணுவுக்கும், மஞ்சள் நிறமான பித்தளைக் காசுகள் வழக்கத்தில் வந்துவிட்டன. இவற்றுக்கு முன்னேயும் இப்போதும் வழக்கத்திலுள்ள வெண்ணிறமான ஓரணு இரண்டணுக் காசுகள் நிக்கெல் காசுகள். இவை பொதுவாக முக்கால் பங்கு செம்பும், கால் பங்கு நிக்கெலும் கலந்தவை. பளபளப்பான வெண்

ணிறமும் களிம்பேறிக் கறுக்காத தன்மையும் காரண மாகத்தான் நாணயத்துக்கு நிக்கெல் உபயோகிக்கப் பெறுகிறது.

நிக்கெல் தனியான ஓர் உலோகம் என்பது மேலை நாட்டில் சமீப காலத்தில்தான் தெரியவந்தது. க்ரான்ஸ்டெட் என்ற ஜெர்மானிய ஆராய்ச்சியாளர் ஒருவர் 1751 இல் முதன் முதல் தனி நிக்கெல் உலோகத்தைப் பிரித்தெடுத்தார். ஆனால் சீன மக்களுக்கு இரண்டாயிரம் வருஷங்களுக்கு முன்னமேயே நிக்கெல் தெரிந்திருந்ததாம்: பாக்டங் என்ற பெயருடைய நிக்கெல்-செம்பு-துத்தநாகம் கூடிய கலப்புலோகம் அவர்களிடம் சாதாரண உபயோகத்திலிருந்தது. ஐரோப்பாவிலோ, சுமார் 1849இல் தான் முதல்முதலாக நிக்கெல் கலப்பு வேலை ஆரம்பிக்கப் பட்டதாம்.

நிக்கெல் என்ற பெயரே மிக்க விநோதமானது. இது ஜெர்மானியர் வைத்த பெயர். செப்புச் சுரங்கத்தில் செப்பு எடுத்த ஜெர்மானியர், செம்புத் தாதுவினின்றும் எளிதில் பிரிக்க முடியாதபடி மற்றொரு பொருள் கலந்திருக்கக் கண்டனர். இந்தப் பொருள் குட்டிச்சாத்தான் செய்கிற விஷமம் என்று எண்ணி, அப்படிப்பட்ட செம்பைக் குட்டிச்சாத்தான் செப்பு என்றார்கள். (நிக் என்றால் 'குட்டிச்சாத்தான்.' நிக்கெல் என்றால் குட்டிசாத்தானுடைய என்று பொருள்.) அந்த வேற்றுப் பொருள் தனியான ஓர் உலோகம் என்று தெரிந்தபோது, நிக்கெல் என்ற பெயரே அதற்கு நிலைத்துவிட்டது.

உலகத்தில் கிடைக்கும் நிக்கெலில் பெரும்பாகம் இன்று கானடாவிலிருந்து கிடைக்கிறது; இது ஏறக்குறைய முக்காலே அரைக்கால் பங்கு என்று சொல்லலாம். இங்கு நிக்கெலோடுகூடப் பிளாட்டின உலோகங்களும் அதிகமாய்க் கிடைக்கின்றன. பிரான்ஸுக்கு சொந்தமான நியூகாலிடோனியா என்ற பஸிபிக் பிரதேசத்திலும் கொஞ்சம் நிக்கெல் கிடைக்கிறது. சமீபத்தில் இங்கே கிடைத்தது மட்டும் வருஷத்துக்கு 6,000 டன் ஆகும். சென்ற மகா யுத்தத்தின்போது கிடைத்த நிக்கெல் வருஷம் 40 ஆயிரம் டன். 1921இல் இது 10 ஆயிரமாகக் குறைந்துவிட்டது,

1937இல் தான் அதிக உற்பத்தி; அதாவது 110 ஆயிரம் டன். பின்லாந்து, நார்வே, ருஷ்யா ஆகிய நாடுகளிலும் சிறிதளவு நிக்கெல் உற்பத்தியாகிறது.

ஓரளவுக்கு, நிக்கெல் இரும்புக்கு இனமான உலோகம் என்று சொல்லலாம். அதிக உஷ்ணத்தில்தான் (செ. 1454 டிகிரி) இது உருகும். இரும்பினும் அதிக வலிவும் கடினமும் உடையது. கொஞ்ச அளவு காந்த சக்தியும் ஏற்கக் கூடியது; ஆனால் கொஞ்சம்கூடக் களிம்போ துருவோ பிடிக்காது; கறுக்காது; அனேகமாய்ச் சாப்பாட்டுப் பண்டம் எதுவும் இதில் கைத்துப்போகாது. இந்த இயல்பு காரணமாகத்தான் யுத்தத்துக்கு முந்திய சமாதான காலத்தில் உணவுக் குரிய கரண்டி, தட்டு, கிண்ணம் முதலிய பலவகைப்பட்ட பொருள்களுக்கு நிக்கெல் பூச்சு அதிகமாய்ச் செய்யப்பெற்றது.

ஜெர்மன் ஸில்வர் (ஸில்வர்-வெள்ளி) என்ற ஒரு கலப்புலோகத்தால் செய்யப்பெற்ற கரண்டி முதலியவற்றைக் கொஞ்ச காலத்துக்கு முன் நாம் அதிகமாய்ப் பார்த்திருக்கிறோம். செம்பும் சிறிதளவு நிக்கெலும் சொற்பத் துத்தநாகமும் கூடிய கலப்புலோகம் ஜெர்மனியில் பல வகைப் பாத்திரங்கள் கருவிகள் முதலியன செய்ய உபயோகிக்கப் பெற்றது. இது வெள்ளி போலவே நெடுநாள் கறுக்காமல் இருந்தபடியால், இது ஜெர்மன் ஸில்வர் என்று பெயர் பெற்றது. போன யுத்தத்தில் பிரிட்டிஷ்காரர்களுக்கு ஜெர்மனியிடம் ஏற்பட்ட பகைமை காரணமாக, ஜெர்மன் என்ற சொல்லை உபயோகிக்க அவர்களுக்கு இஷ்டமில்லை; இதனால் ஜெர்மன் ஸில்வர் என்பதை விட்டுவிட்டு, நிக்கெல் - ஸில்வர் என்று சொல்லத் தொடங்கினார்கள். இக் கலப்பில் சுமார் நூற்றுக்கு 4 பங்குள்ள நிக்கெல் முதல் 35 பங்கு வரையில் சேர்க்கப்படுகிறது. நிக்கெலின் குறைவு அதிகத்துக்கு ஏற்றாற்போல், கலப்புலோகம் மஞ்சள் - வெள்ளையில் பல ரக நிறமுடையதாய்க் கிடைக்கிறது. இந்த நிற வேறுபாடுகள், உபயோகிக்கும் பாத்திரம் முதலியவற்றுக்கும் அழகு தருகின்றன.

உப்பின் பெருமையை நாம் அதிகமாய் உணர்வதில்லை. மிக மிகச் சொற்ப அளவு உப்புத்தான் சாப்பாட்டில் உபயோகிக்கிறோம். ஆனால், அந்தச் சொற்பம் இல்லா விட்டால், சாப்பாடு சாப்பிட முடியாது. எத்தனையோ வகையான உலோகத் தொழில்கள் சம்பந்தப்பட்ட வரையில், இந்த உப்பை யொத்ததுதான் நிக்கெல் உலோகத்தின் உபயோகமும். மேலே நாம் பார்த்தபடி உலோகங்களுக்குப் பூச்சுப் பூசவும் கலப்புக் கலக்கவும் பயன்படுகிற அளவானது, உற்பத்தியாகிற நிக்கெலில் பத்தில் ஒரு பங்குதான்; பத்தில் ஆறு பங்கு அல்லது நூற்றுக்கு 60 பங்கு நிக்கெல் எஃகுத் தொழிலில் செலவாகிறது.

ஸ்காட்லாந்திலுள்ள கிளாஸ்கோ நகரத்தைச் சேர்ந்த ரைலி என்ற ஆராய்ச்சியாளரொருவர் எஃகுத் தொழிலில் நிக்கெலை உபயோகிக்கலாம் என்பது பற்றி 1889இல் ஒரு கட்டுரை எழுதி வெளியிட்டார். அதுமுதல் தான் நிக்கெலுக்கு இந்தத் துறையில் உபயோகம் அதிகமாயிற்று. எஃகில் நூற்றுக்கு 2 பங்கு முதல் 35 பங்கு வரையில் நிக்கெலைக் கலந்து இதனால் உண்டாகும் பலனைக் கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். 2 பங்கு சேர்த்தால் விசேஷப் பலன் ஏற்படவில்லை. ஆனால் 4 பங்கு வரையில் சேர்த்தால், அளவில்லாத பலன் ஏற்படுகிறதாம். எஃகின் வலிவு, அதாவது இழுத்தால் அறுபடாமல் உறுதியாயிருக்கும் தன்மை, அதிகரித்தது, தேய்வு குறைந்தது. ஆனால் 10 பங்கு நிக்கெல்-எஃகு கடினமாகாமல், மிருதுவாகிற்றும். 13 பங்கு சேர்த்தால். மிகவும் கடினமாகி, வெட்டவோ, தொளைபோடவோ முடியாதபடி ஆகிவிட்டது. 24 பங்கு சேர்த்தபோது, அந்தக் கலப்பு எஃகு தன் காந்த சக்தியை இழந்துவிட்டது. 32 பங்கு வரையில் சேர்க்கும் போது, இக் கலப்புலோகம் ஓரளவு மின்சார ஓட்டத்தையும் தடுத்துக் குறைக்கும் தன்மை பெற்றது.

குறைந்த அளவு நிக்கெல், அதாவது நூற்றுக்கு 7 பங்கு வரையில் உடைய கலப்பு எஃகானது மோட்டார், விமானம், ரெயில், பிறவகை யந்திரங்கள் ஆகியவற்றில் உபயோகிக்கப் பெறுகிறது. 35 பங்கு வரையில் அதிக நிக்கெலுள்ளது, கூடவே கொஞ்சம் குரோமியமும்

கலந்து, கறுக்காத எஃகு, இராசயன ஆராய்ச்சிச் சாலைக்குரிய பாத்திரம், கருவி வகைகள், வீட்டுப் பாத்திரங்கள், கப்பல் தளவாடங்கள் முதலியவற்றில் பயன்படுகிறது. காந்தசக்தி குறைந்த கலப்பு—அதாவது 10 முதல் 25 பங்கு வரையில் நிக்கெல் கூடியது—மின்சார அடுப்பு முதலியவற்றில் உபயோகமாகிறது. காந்தசக்தி அதிகமுடைய கலப்பு—45 முதல் 80 பங்கு வரை நிக்கெலுடையது—டெலிபோன், தந்தி, ரேடியோ முதலியவற்றில் பயன்படுகிறது. இப்படிப்பட்ட ஒரு கலப்புலோகந்தான் அட்லாண்டிக் மகா சமுத்திரத்தின் குறுக்கே கடலுக் கடியில் கேபிள் என்ற தந்திபோட உதவிற்றும். இதில் உபயோகித்த நூற்றில் நிக்கெல் 78½ பங்கு. இப்படிப்பட்ட சில கலப்புக்களில் அலுமினியமும் கோபால்ட் என்ற உலோகமும் கலப்பதுண்டு.

நூற்றுக்கு 30 பங்கு நிக்கெல் கலந்த மற்றொரு வகை எஃகு முக்கியமானது. பிரான்ஸ் தேசத்தில், அளவு கருவிகளுக்கு ஏற்ற உயர்தர உலோகம் எது என்பதை ஆராய்ந்த டாக்டர் க்வில்லோம் என்பவர் இதைக் கண்டறிந்தார். பொதுவாக உலோகங்கள் யாவும் உஷ்ணத்தால் நீளும்; ஆனால் இந்தக் கலப்பு நீளுவது மிக மிகக் குறைவு; இல்லவேயில்லை என்று சொல்லலாம். இதற்கு இன்வார் என்று பெயர் கொடுத்தார்கள். சீதோஷ்ண ஸ்திதி காரணமாக அலுமினியக் கம்பி 32 அங்குலம் நீளுமானால், எஃகுக் கம்பி 18 அங்குலம் நீளும்; ஆனால், இந்த இன்வார் கம்பி 3 அங்குலந்தான் நீளுமாம். எனவே, கெஜக்கோல் முதலியவற்றுக்கு உபயோகிக்க இதனினும் சிறந்தது வேறொன்று கிடையாது.

46 பங்கு நிக்கெலுடைய மற்றொரு கலப்பு மிகவும் பயனுடையதாயிருக்கிறது. சாதாரணமாக முன்னெல்லாம் மின்சார பல்புகளின் உட்புறம் எரியும் கம்பிகளை வெளிப்புறக் கம்பிகளோடு இணைப்பதற்கு, பல்பின் தலையில் பிளாட்டினக் கம்பியைப் பொருத்தித் தலைப்பை உருக்கி ஒட்டி விடுவது வழக்கம். கண்ணாடியானது உஷ்ணத்தால் எவ்வளவு நீளுகிறதோ அல்லது குளிரால் எவ்வளவு சுருங்குகிறதோ, அவ்வளவுதான் பிளாட்டின

மும் எறக்குறைய நீளும் அல்லது சுருங்கும். ஆகவே, கண்ணுடியையும் ஓர் உலோகத்தையும் ஒன்றாய்ச் சேர்த்து உருக்கி விடும்போது, நீளுவதில் அல்லது சுருங்குவதில் ஒன்றுக்கொன்று மாறுபாடு இருக்குமானால், கண்ணுடி வெடித்துவிடும். நீட்சியிலும் சுருக்கத்திலும் கண்ணுடிக்கும் பிளாட்டினத்துக்கும் அனேகமாய் வேறுபாடு இல்லாமையால் பிளாட்டினம் எற்றதாயிருக்கிறது. ஆனால் பிளாட்டினம் விலை அதிகம். இதன் பொருட்டு இப்போது பிளாட்டினைட் என்ற கலப்புலோகத்தை உபயோகிக்கிறார்கள். இதுதான் மேற்சொன்னபடி 46 பங்கு நிக்கெல் கொண்ட நிக்கெல் - இரும்புக் கலப்புலோகம்; இதன் நீட்சியும் சுருக்கமும் கண்ணுடிக்கு ஒத்திருத்தலினாலே, இது இவ்வேலைக்கு எற்றதாயிருக்கிறது.

முதல் முதல் கிடைத்த நிக்கெல் உலோகம் கிறிது பொர பொரப்புடையதாயிருந்தது: பொர பொரப்பானது அதில் கலந்திருந்த கரி கந்தகம் காரணமாக வந்ததென்று பின்னர்த் தெரியவந்தது. மாங்கனீஸ், மக்னீஷியம் ஆகிய உலோகங்களைக் கலந்து இந்தப் பொர பொரப்பைப் போக்குகிறார்கள்.

கானடாவில் கிடைக்கும் நிக்கெலானது, இயற்கையிலேயே செம்பு ஒரு பங்கும் நிக்கெல் இரண்டு பங்குமாய்க் கலந்தே கிடைக்கிறது. இதிலிருந்து நிக்கெலைத் தனியே பிரித்தெடுக்காமல், இரண்டு உலோகங்களையும் ஒன்றாகவே சுத்தப்படுத்தி வேலைக்கு உபயோகித்து வருகிறார்கள். இப்படி இயற்கையிலேயே கலந்து கிடைக்கும் கலப்புலோகம் பாத்திர வேலை முதலியவற்றுக்கு மிகவும் எற்றதாயிருக்கிறது. அமெரிக்க நிக்கல் கம்பெனியொன்றின் சொந்தக்காரரான மோனெல் என்பவர் இப்படி நிக்கெலைப் பிரித்தெடுக்காமல் உபயோகிக்கும் முறையை 1905 இல் தொடங்கினர். அதுகாரணமாய் இதற்கு மோனெல் கலப்பு லோகம் என்ற பெயர் வழங்கும். இதில் நிக்கெல் 67 சதவீதம், செம்பு 28 சதவீதம்; சொற்ப அளவு இரும்பு, கரி, ஸிலிகன், மாங்கனீஸ் என்பன இதில் கலந்துள்ளன. அலுமினியம், டைடேனியம் என்பனவும் கூட்டி, இன்னும் பல மோனெல் கலப்புக்களும் செய்கிறார்கள்.

இக்காலத்தில் இரும்புச் சாமான் முதலியவற்றுக்கு குரோமியப் பூச்சு மிகவும் சாதாரணமாகி விட்டது; ஆனால் இரும்பு அல்லது செம்பின் மேல் முதலில் நிக்கெல் பூசித்தான் பிறகு குரோமியம் பூசுகிறார்கள். அலுமினியத் தொழிலில் நிக்கெலும் சிறிதளவு கலக்கப்படுகிறது. நிக்கெல் பொடியானது, பல பொருள்களின் இராசயனத் தொழிற்பாட்டைத் தூண்டிவிட மிகவும் உபயோகமாயிருக்கிறது.

இன்று உற்பத்தியாகும் நிக்கெல் உலோகத்தில் நூற்றுக்கு 10 பங்கு நிக்கெல் ஸில்வர் வேலைக்குப் போகிறது; 60 பங்கு எஃகுத் தொழில்; முன்னே சொன்னபடி இயற்கைக் கலப்பாகவே உபயோகமாவது 10 பங்கு; உலோகப் பூச்சு 8 பங்கு; மின்சாரத் தொழிலில் சூடாக்கும் கருவி, மின்சாரத்தைத் தடை செய்யும் கருவி என்பவற்றுக்கு மட்டும் 3 பங்கு; மற்றவை 9 பங்கு.

நிக்கெல் உலோகத்தின் பலவகையான அரிய உபயோகங்களைப் பார்க்கும்போது, அதை உப்போடு ஒப்பிட்டுச் சொல்வது பொருத்தமாய்த்தான் இருக்கிறது.

---

23. அலுமினியம்

சர்வ சாதாரணமாக இப்போது எங்கும் உபயோகத்திலுள்ள உலோகம் அலுமினியம், தட்டு. கிண்ணம் கரண்டி, சொம்பு, குவளை என்ற உருவங்களில் இது இன்று ஏழை பணக்காரர் என்ற வித்தியாசமில்லாமல், எல்லோர் வீடுகளிலும் உலவுகிறது. ஆனால் இரண்டு தலைமுறைகளுக்கு முன்னே இதை யாரும் நம் நாட்டில் கண்ணால் பார்த்திருக்க மாட்டார்கள்; போன தலைமுறை

யிலிருந்தவர்கள் கூட, இதைக் கண்டிருப்பார்களே யொழிய, நம்மைப் போல இவ்வளவு அதிகமாக இவ்வுலோகத்தை உபயோகித்திருக்க முடியாது.

நூறு வருஷத்துக்கு முன்னே உலகத்தில் அலுமினியத்தை யாரும் கண்டதில்லை. தொண்ணூறு வருஷத்துக்கு முன்னே, பிரான்ஸ் தேசத்தில் மூன்ரும் நெப்போலியன் அரண்மனையில் அலுமினியப் பாத்திரங்கள் முதன் முதல் உபயோகத்தி லிருந்தன. அந்தத் தேசத்துப் பிரபுக்களுக்குப் பரிமாறும் போதெல்லாம், அங்கே தங்கத் தட்டுக்கள், கரண்டி முதலியன வழங்கப்பட்டன. ஆனல் அயல் நாட்டி லிருந்து யாரேனும் பெரிய மனிதர்கள், ராஜ தூதர்கள் வந்திருந்தால், அவர்களைக் கௌரவிக்கும் பொருட்டு, அவர்களுக்கு மட்டும் அலுமினியப் பாத்திரங்கள் உபயோகிக்கப்பட்டனவாம்! சயாம் நாட்டு மன்னன் பிரான்சுக்கு விருந்தினனுக அப்போது போயிருந்த சமயம், கடிகாரச் சங்கிலியில் கோத்துத் தொங்க விட்டுக் கொள்வதற்காக அலுமினியப் பதக்கம் ஒன்று விசேஷ சன்மானமாக அவனுக்கு வழங்கப் பெற்றதாம்.

மிகப் புதியதாயும் மிக்க லேசாயும் இருந்த இந்த அதிசய உலோகத்துக்கு அக் காலத்தில் ஓர் அவுன்ஸ் எழு பவுன் விலையாயிருந்ததாம்: அதாவது, ஒரு பவுண்டு எடையுள்ள அலுமினியம் விலை சுமார் 1,600 ரூபாய். இந்த யுத்தம் தொடங்குமுன் அலுமினியம் விலை ஒரு பவுண்டு எடை முக்கால் ரூபாய்தான்! தங்கம் வெள்ளிபோல இதுவும் ஒரு சமயம் மதிப் புயர்ந்த உலோகமாய்க் கருதப் பட்டது; இந்த நூற்ருண்டு பிறப்பதற்கு முன்னமே அலுமினியத்தை ரயில் மூலமாக அனுப்புவதற்குக் கூடக் கட்டணம் ஏராளமாய்ச் செலுத்தவேண்டி யிருந்ததாம்.

ஆனல், உண்மையில் பார்க்கப் போனல், அலுமினியம் அப்படி அபூர்வமான ஒரு சரக்கன்று.பூமியின் அமைப்பில் அடங்கிய தனிப் பொருள்களில் மிகுதியாயுள்ளது பிராணவாயு. அடுத்தது ஸிலிகன்; அடுத்தபடியுள்ளது அலுமினியம் (பக்கம் 29 - 30 பார்க்க); பிறகுதான் இரும்பு முதலான மற்றெல்லா உலோகங்களும் பொருள்களுமே. ஆயினும், அவ் வலுமினியத்தை எளிதாகப்

பிரித்து எடுக்க முடியாதிருந்த படியால், அதன் விலை அதிகமாயிருந்தது. கிடைத்த அலுமினியமும் குறைவு; ஆனால் இந்த யுத்தம் காரணமாக அலுமினிய உற்பத்தியும் பெருகிவிட்டது. 1939 இல் கிடைத்த மொத்த அலுமினியம் $7\frac{1}{2}$ லட்சம் டன்; 1941இல் இது 10 லட்சத்துக்கு அதிகமாயிற்று. 1943இல் 30 லட்சமென்று சொல்கிறார்கள். அலுமினியம் இல்லாவிட்டால், இன்று மக்கள் ஆயிரக் கணக்கில் மடிய முடியாது. ஏனென்றால் அலுமினியம் இல்லாவிட்டால், ஆகாய விமானங்கள் கட்டுவதே முடியாத காரியம். இன்றைய ஆகாய விமானங்களில் மிகவும் சக்தி வாய்ந்தவை—ரோல்ஸ்ராய்ஸ் என்ற பெயருடையவை—நூற்றுக்கு 44 பங்கு வீதம் எடைக் கெடை அலுமினியத்தால் கட்டப் பட்டுள்ளன.

யுத்தக் காலத்தில் மட்டுமல்லாமல், சாதாரணக் காலத்திலும் இதற்கு உபயோகம் அதிகம். மோட்டார், ரெயில், கப்பல் முதலியவற்றின் அமைப்பிலும் இது இன்றியமையாதது. இக் காலக் கட்டிடத் தொழில், மின்சார வேலை, பாத்திர வேலை முதலியவற்றுக்கும், ஈரம் படாமல் சாமான்களைப் பாதுகாக்கும் பொருட்டுக் காகிதம் போல் சுற்றுவதற்கும், இது மிகவும் அவசியமானது. இவ்வாறு உபயோகமாவதற்கு இவ் வுலோகத்தினிடமுள்ள சில அரிய இயல்புகள் காரணமாகின்றன.

முதலாவதாக, அலுமினியம் மிக்க லேசானது. இரும்பு அல்லது பித்தளையின் எடையில் மூன்றிலொரு பங்கு தான் இதன் எடை இருக்கும். மின்சாரத்தைச் செலுத்தும் சக்தி இதற்கு அதிகமாக உண்டு. சம எடையுள்ள செம்பை விட இதற்கு மின்சாரத்தைச் செலுத்தும் சக்தி அதிகமுண்டாம். உஷ்ணத்தையும் இது எளிதில் ஏற்கும்; இதனால் தான் இது சமையல் பாத்திரமாக எங்கும் பயன்படுகிறது. அடுத்த இயல்பு இதன் உறுதி. பொதுவாக அலுமினியம் உறுதியானதன்று; ஆயினும், வேறு சில உலோகங்களை இதனுடன் சொற்ப அளவு கலந்தபின், இது எஃகைப் போல் இரண்டு மடங்கு உறுதியுடையதாகி விடுகிறது. அனேக இரசாயனச் சரக்குக்கள் திரவங்கள் முதலியன பட்டால், இது கெடுவதில்லை. இது காரணமாக, பெட்ரோல்

சுத்தம் செய்வது, அக்கினித் திராவகம், வெடி மருந்துகள் முதலியன செய்வதுபோன்ற தொழில்களில் அலுமினியப் பாத்திரங்களே உபயோகிக்கப் பெறுகின்றன. கடைசியாக, இது எளிதில் துருப் பிடிப்பதில்லை. காற்றில் இது பட்டவுடன் பிராணவாயுவுடன் கூடி மிக மெல்லியதான அலுமினியம் ஆக்ஸைடு படலமொன்று இதன் மேற்புறத்தில் பரவிவிடுகிறது; கீழுள்ள உலோகம் மேலும் கெட்டுப் போகாமல் இப்படலம் தடுத்துக்கொள்கிறது. இந்த இயல்புகாரணமாக, உணவுப் பொருள்கள் அடைப்பது தயாரிப்பது சம்பந்தமாய் முன்னெல்லாம் மண் பாண்டங்களை உபயோகித்ததற்குப் பதிலாக, இப்போது அலுமினியம் உபயோகிப்பது மிகவும் சௌகரியமாகி யிருக்கிறது. அலுமினியம் கறுக்காம லிருப்பது, அதன்மேல் ஆக்ஸைடு படலம் உறுதியாய்ப் பற்றி யிருப்பதைப் பொறுத்ததாகும். இயற்கையில் படரும் இந்தப் படலத்தைச் செயற்கை முறைகளால் உறுதிபெறச் செய்வதும் உண்டு.

சுத்த அலுமினியத்தின் உபயோகங்களில் இன்னும் இரண்டு முக்கியமானவை. ஒன்று, அது சாமான்கள் சுற்றக் காகிதம்போல் உபயோகப்படுவது; வெள்ளித் தாள் என்ற பெயரோடு இது மேலே நாடுகளில் பால்புட்டிகளின் வாயைச் சுற்றுவதற்கு உபயோகமாகி வந்தது. இப்படிப்பட்ட மெல்லிய அலுமினியத் தாளால் பெண்களுக்கு உடைகூடச் செய்யப்பட்டதாம். வெளிச்சத்தைப் பிரதிபலிக்கச் செய்யும் கண்ணாடிபோல இது உதவுவது மற்றொரு உபயோகம்; முன்னெல்லாம் பாதரசம் பூசிய கண்ணாடிக்குப் பதிலாக, வெள்ளி பூசிய கண்ணாடியை உபயோகித்தார்கள்; ஆனால், வெள்ளியும் கொஞ்ச நாளில் கறுத்துவிட்டதாம்; அலுமினியம் ஒன்றே இன்னும் நீண்ட காலம் கறுக்காமல் இருந்ததாம். தவிர அல்ட்ரா-வயலெட்ரே என்ற ஒளிக் கிரணத்தைப் பிரதிபலிக்கச் செய்வதற்கு அலுமினியமே வெள்ளியைவிட மேலானதாம்.

நிக்கெல் அல்லது குரோமியத்தை மின்சாரத்தால் பூச்சுப் பூசுவதற்குச் செய்வதுபோல, அலுமினியப் பாத்திரத்தை, கந்தகத் திராவகம் அல்லது குரோமிக் திராவகம்

வைத்துள்ள ஒரு தொட்டியில் தொங்க விடுவார்கள். மின்சாரம் பாய்ச்சியவுடன், ஆக்ஸிஜன் வெளிப்பட்டு, பாத்திரத்தின் மீது பட்டு, பலமான அலுமினிய ஆக்ஸைடு அதன் மேற் புறத்தில் உண்டாகச் செய்கிறது. இந்த ஆக்ஸைடு சில சமயம் வயிரம் ஒத்த உறுதியுடையதாயிருக்குமாம். தவிரச் சில சமயம், அலுமினியச் சாமான்களுக்கு வர்ணம் பூச நேர்ந்தால், இவ் வாக்ஸைடு அவ் வர்ணத்தோடு சம்பந்தப்பட்டு, வர்ணத்தை உறிஞ்சி, நிறம் நெடுங் காலம் மறையாமல் இருக்கவும் உதவுகிறது.

இந்த நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில்தான் அலுமினியத்தை மின்சாரக் கம்பியாக உபயோகித்தார்கள். கனமான அலுமினியக் கம்பியாகச் செய்து அதன் மத்தியிலே மெல்லிய எஃகுக் கம்பி யொன்றைச் செலுத்தினார்கள். இதனால் அக் கம்பி மிகவும் உறுதியுடைய தாயிற்று. அதிகப் பளு இல்லாமையால், இது வளைந்து தொங்குவதும் குறைவு. இங்கிலாந்து முழுமையும் இத்தகைய கம்பிகளே உபயோகத்தி லுள்ளனவாம்.

---

24. அலுமினியம் எடுக்கும் விதம்

தாதுக்கள்

இன்றைக்குக் கிடைக்கிற அலுமினியம் அவ்வளவும் பாக்ஸைட் என்ற தாதுவி லிருந்தே பெரும்பான்மையும் கிடைக்கிறது; இது நீர்ப்பகுதிகளோடு கூடின ஒருவகை அலுமினியம் ஆக்ஸைடு. களி மண்போலக் கொழ கொழப்பானது; பெரும்பாலும் சாம்பல் நிறமுடையது; உப்புத் தாள் செய்வதற்கும் இந்த பாக்ஸைட் பயன் படுகிறது.

அமெரிக்கா, பிரான்ஸ், ஹங்கேரி, வட ருஷ்யா முதலிய நாடுகளில் பாக்ஸைடு ஏராளமாய்க் கிடைக்கிறது; இங்கெல்லாம் இது பூமியில் கொஞ்சம் ஆழத்திலுள்ளது. இந்தியா, தென் அமெரிக்கா, ஆப்பிரிக்கா போன்ற உஷ்ண நாடுகளில் சிற்சில இடங்களில் மேல்மட்டத்திலேயே இது எடுக்க முடிகிறது.

இந்த அலுமினியத் தாது, முதல்முதல் பிரான்ஸ் தேசத்தில் லே-பாக்ஸ் என்பவரால் 1821இல் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது; இதனால்தான் இதற்கு பாக்ஸைட் என்ற பெயர் வந்தது. இன்றும் பிரான்ஸில்தான் உற்பத்தி அதிகம். இந்த யுத்தத்துக்கு முந்திய ஐந்து வருஷங்களில் உலகெங்கும் உற்பத்தியான பாக்ஸைட் சராசரி வருஷமொன்றுக்கு $27\frac{1}{4}$ லட்சம் டன். இதில் பிரான்ஸ் 6, ஹங்கேரி $3\frac{1}{2}$, அமெரிக்கா 3, தென் அமெரிக்காவிலுள்ள பிரிட்டிஷ் கயானா, யுகோஸ்லேவியா, இத்தாலி, டச்சு கயானா முதலியன ஒவ்வொன்றும் $2\frac{1}{2}$ லட்சம், ருஷ்யா $1\frac{3}{4}$, கிழக் கிந்தியத் தீவுகள் கிரீஸ் முதலியன 1 லட்சம், தென்னமெரிக்காவி லிருந்து வரும் பாக்ஸைட்டைக் கானடாவும் அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுமே பெற்று அதிலிருந்து உலோகம் எடுக்கின்றன. எந்த நாட்டில் மின்சாரம் ஏராளமாயும் குறைந்த செலவிலும் கிடைக்கிறதோ, அந்த நாட்டில் தான் அலுமினிய உற்பத்தி சாத்தியம். நார்வே முதலிய இடங்களில் மின்சாரம் ஏராளம், அன்றியும் மலிவு. ஆகவே, ஜெர்மனியில் இயல்பாக அலுமினியம் மிகக் குறைவானபோதிலும் கூட, நார்வேயைப் பிடித்த பிறகு, அதற்கு இவ் விஷயத்தில் கஷ்டமில்லாமற் போய்விட்டது.

பாக்ஸைட் என்று மேலே குறிப்பிட்ட தாது, இந்தியாவில் பீகார், மத்திய மாகாணம், பம்பாய், மைசூர் முதலான இடங்களில் கிடைக்கிறது. அலுமினியத் தாதுகளில் வேறு முக்கியமானது கோரண்டம் என்பது; குருவிந்தக்கல் என்று நம்மவர் இதை வழங்குவார்கள். இயற்கையில் கிடைக்கும் கனிப் பொருள்களில், வயிரத்துக்கு அடுத்தபடி மிகுதியான வலிமையும் திண்மையும் உடையது குருவிந்தமேயாகும். உலோகங்களைத் தேய்க்கும்

உப்புத்தாள் முதலியவற்றிலும், சாணையிலும், நம்மவர் நெடுங்காலமாய்க் குருவிந்தக்கல்லை உபயோகித்துவந்திருக்கிருர்கள். கானடா, தென்னிந்தியா, மடகாஸ்கர் தீவு, தென்னுப்பிரிக்கா முதலான இடங்கள் இதற்குப் பெயர் போனவை. இந்தியக் குருவிந்தம் அவ்வளவும் அமெரிக்காவுக்குப் போகிறது. குருவிந்தம் என்பது, ஓர் அலுமினிய ஆக்ஸைடு (அலுமினிய அணு 2, பிராணவாயு அணு 3 கூடியது.) பழுப்பு நிறமுள்ள படிகமாயிருக்கும்; மத்தியில் கனத்தும், இரண்டு முனைகள் கூராயும் இருக்கும். மணிகளுள் மாணிக்கம் இந்திர நீலம் என்பன இரண்டும், குருவிந்தத்தின் வேறு வகைகளேயாகும். சமீப காலத்தில் வருஷ உற்பத்தி உலக முழுமைக்கும் சுமார் 3,000 டன். சுரங்கத்திலிருந்து இதை எடுத்துச் சுத்தம் செய்வது மிக்க செலவு பிடிக்கிற வேலை என்று தெரிகிறது.

அலுமினியம் எடுக்கும் விதம்

பூமியின் மேற்புறணியில் ஏறக்குறைய 12 இல் ஒரு பங்கு (8.07 சதவீதம்) அலுமினியம் இருக்கிறது. இருந்தாலும் அதைப் பிரித்தெடுப்பது கஷ்டம். பாக்ஸைட் என்ற தாதுவிலிருந்து எடுப்பதுதான், பிறவகைகளிலும் செலவு குறைவானது. இரும்பெடுப்பதற்கும் அலுமினியம் எடுப்பதற்கும் ஆரம்பமுதலே வித்தியாசம் அதிகம் உண்டு. இரும்பெடுப்பதில் (அத்தியாயம் 7), உருக்கிக் காய்ச்சினுல் அசுத்தங்கள் தனியே போய் விடுகின்றன. ஆனுல், அலுமினியத்தின் விஷயத்தில் தாதுவில் இருக்கும் அசுத்தங்களைப் போக்கிய பிறகுதான், தாதுவிலிருந்து உலோகமெடுக்கலாம். சோடாக் காரத்தில் இத் தாது கரைந்து விடும்; அசுத்தங்கள் கரையா; அசுத்தங்களாவன மணல், இரும்பு ஆக்ஸைடு, டைடேனிய ஆக்ஸைடு முதலியன.

முதலில் தாதுவைச் சோடாக்காரத்துடன் சேர்த்தவுடன் சோடியம் அலுமினேட் என்ற வஸ்து வருகிறது. இதை வடிக்கட்டி எடுத்து, இதிலிருந்து சுத்தமான அலுமினிய ஆக்ஸைடு தயாரிக்கிருர்கள். இதை செ. 1500 டிகிரி வரையில் காய்ச்சினுல், இதிலுள்ள ஈரம் போகிறது; மிச்சமுள்ள ஆக்ஸைடில் மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சி அலுமினியத்தைப் பிரிக்கமுடியும். இதற்கு அதிகமான

மின்சார சக்தி தேவை. இவ்விதம் மின்சார சக்தி கொண்டு பிரிப்பதற்கு, கிரையோலைட் என்ற மற்றொரு தாது பெரிதும் ஏற்றதாயிருக்கிறது; இத் தாது ஸோடியம் - அலுமினியம் புளோரைடு என்ற உப்பாகும். இது, வட துருவத்துக்குச் சமீபமான பனிக்கட்டி நிறைந்த நாடாகிய கிரீன்லாந்து என்ற இடத்தில் அதிகமாய்க் கிடைக்கிறது.

முற்கூறிய அலுமினியம் ஆக்ஸைடை உருக்கினால் தான் அதில் மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சி, அலுமினியத்தைப் பிரிக்க இயலும்; அது உருக, செ. 2000 டிகிரி வெப்பம் வேண்டும். இது மிகவும் கஷ்டமான வேலை. ஆனால், இங்கே சொன்ன கிரையோலைட்டுடன் 10 அல்லது 15 சதவீதம் அலுமினியம் ஆக்ஸைடைக் கலந்து உருக்கினால், இக் கலவை 1000 டிகிரியில் உருகுகிறது. இதை உருக்கி மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சும்போது, அலுமினியமும் பிராண வாயுவும் தனித் தனியே பிரிகின்றன.

இதற்குரிய உலைக் கூடங்கள் சிறியவை: 14 அடி உயரம், 8 அடி அகலம், 3 அடி நீளம். வெளிப்புறம் அரையங்குலக் கனமுள்ள எஃகுத் தகடும் உட்புறம் ஓரடிக் கனத்துக்குக் கரியும் வைத்துப் பொதிந்திருக்கும். இவ்விதமான இரண்டு மூன்று அறைகளைக் கொண்டது ஓர் உலையாகும். ஓர் உலையானது, சுமார் மூன்று வருஷம் வரையில் எவ்விதப் பழுதுமின்றி வேலை செய்யும்; 33,000 ஆம்பியர் சக்தி கொண்ட மின்சாரம் இதில் பாய்ச்சப்பெறும். இது சராசரி 24 மணி நேரத்தில் 500-700 பவுண்டு அலுமினியம் எடுக்கும். கானடாவில் ஒரு தொழிற்சாலை, தினம் 500 டன் அலுமினிய உலோகமெடுக்கிறது. இங்கு மேற்குறிப்பிட்ட மாதிரி 1500 உலைகள் உள்ளனவாம்.

கிரையோலைட் 9 பங்கும் அலுமினியம் ஆக்ஸைடு 1 பங்குமாய்க் கலந்து வேலை ஆரம்பிப்பார்கள். உலை வேலை செய்யும் போது, இவ் வாக்ஸைடு மட்டுமே செலவழிகிறது. பின்னர் மேலும் மேலும் ஆக்ஸைடு மட்டும் சேர்த்து வருவார்கள். கிரையோலைட் செலவழியாமல் அப்படியே இருக்கும். தனியே பிரிகிற அலுமினியம், கலவையைவிடக் கனம் அதிகமானபடியால், அதில்

அமிழ்ந்து கீழே இறங்கும். கொஞ்ச நேரத்துக்கொரு தடவை இதை எடுத்துக் கட்டியாக வார்ப்பார்கள்.

அலுமினியத் தாது எங்கும் கிடைக்கிறது. ஆனல், மின்சாரம் மலிவாய்க் கிடைத்தால்தான், இந்த முறைப் படி உலோகத்தைப் பிரித்தெடுக்க முடியும். தென்னிந் தியாவில் நீர்வீழ்ச்சிகள் அதிகம் உள்ளன ; மின்சாரமும் குறைந்த செலவில் கிடைக்கும். எனவே, இந்திய மக்கள் நல்வாழ்விலும் முன்னேற்றத்திலும் சிரத்தை மிகுதியுமுடைய சுதந்திர அரசு இந்தியாவில் ஏற்பட்டால், இங்கு அலுமினியத் தொழில் எவ்வளவோ அபிவிருத்தி யடையுமென்பது நிச்சயம்.

வேறு சில தாதுக்கள்

உலோக ரூபமாயல்லாமல் தாது ரூபத்தில் உபயோகப் படும் மூன்று அலுமினியத் தாதுக்களை இங்குக் குறிப்பிடு வது அவசியம். இவை யாவும் அலுமினிய ஸிலிகேட்டு உப்புக்களே. இவை முக்கியமாய்ப் பீங்கான் செய்ய உதவுகின்றன ; இந்தியாவில் ஏராளமாய்க் கிடைக் கின்றன.

இருபது வருஷத்துக்கு முந்தி இவற்றைக் குறித்து வெளியே அதிகம் தெரியாது. இப்போது எங்கும் இவற் றுக்குக் கிராக்கி யுண்டு. பொதுவாக இவற்றுக்கு, ஸில்லிமனைட் என்பது பெயர். இவற்றின் உருகு நிலை அதிகம் ; இவை விரிவதில்லை, அதிர்ச்சி தாங்கும் ; மின்சா ரத்தைத் தடுக்கும். இதனுல்தான் இவற்ருலான பீங்கா னுக்கு அதிகத் தேவை எப்போதும் இருக்கிறது. இந்தியா வில், இத் தாதுக்களின் ஒன்ருன கயனைட் என்பது சுமார் 20,000 டன் 1935 இல் உற்பத்தி யாயிற்று. அமெரிக்கா, 4,000 டன்தான். வேறு தேசங்களில் இது இல்லை. இந்தி யாவில் அஸ்ஸாம், ரேவா என்ற இடங்களில் இது கிடைக் கிறது. ஸில்லிமனைட் தொகுதியைச் சேர்ந்த வேறு இரண்டொரு தாதுக்களும் இங்குச் சொற்ப அளவு கிடைக்கின்றன.

25. அலுமினியக் கலப்புலோகங்கள்

மற்றெல்லா வகைக் கலப்புலோகங்களையும்விட, அலுமினியக் கலப்புலோகங்களின் சிறப்பான தன்மை, அவை மிகவும் லேசானவை என்பது. (மக்னீஷியம் ஒன்றே இதற்கு விலக்கு). இக் கலப்புலோகத்தில் இரண்டு வகையுண்டு. ஒன்று வார்ப்பு; குறித்த உலோகங்களைத் திட்டமான அளவுப்படிக்கலந்து அச்சில் ஊற்றி வார்ப்பது. இதன் மூலம் மிகவும் சிக்கலான அமைப்புடைய சாமான்களையும் சௌகரியமாய்ச் செய்ய இயலும். மற்றொன்று, கைவினை அலுமினியம்; இது சம்மட்டியால் அடிப்பது, துவாரமுள்ள சட்டத்தில் விட்டு இழுப்பது முதலான கைவினைகளால் வேண்டியபடி அக் கலப்புலோகத்தைச் செய்வதாகும். இதைக் கம்பி இழுக்கலாம், தகடடிக்கலாம், சுருளாக இழுக்கலாம், சம்மட்டியால் அடிக்கலாம் அழுத்தலாம், உருவலாம். பொதுவாக, வார்ப்பைவிடக் கைவினை யுலோகம் அதிக உறுதியுடைய தென்பது இத் தொழில் வல்லோர் கண்ட உண்மை.

ஆரம்பத்தில் 8 முதல் 12 சத வீதம் வரை செம்பு கலந்த கலப்புலோகங்கள் வழங்கின. இவை அலுமினியத்தை விட உறுதியா யிருந்தபோதிலும், விசேஷ உறுதி பெற்றிருக்கவில்லை. ஆகாய விமானத்துக்கோ, கப்பல் தொழிலுக்கோ இவை ஏற்றவையாயில்லை. இவற்றை யொத்த மற்றொரு கலப்பு 3 சத வீதம் செம்பும், 13 சத வீதம் துத்தநாகமும் கொண்டது. யுத்தக் காலத்தில், எண்ணற்ற புதிய கலப்புக்கள் தோன்றியுள்ளன. செம்பு, துத்தநாகம், ஸிலிகன் என்ற அலோகம், வேறு சில உலோகங்கள் என்பவையும் கலக்கப் பெற்றுள்ளன.

ஸிலிகன் சேர்த்துச் செய்த வார்ப்புக் கலப்புக்கள் பல தரங்களி லுள்ளன. இவை யனைத்துக்கும் நல்ல உறுதி, கம்பியாக வருந் தன்மை, களிப்பேருமை ஆகிய இயல்புகள் உள்ளன. இவற்றுட் சிறந்தவை, 11–13 சத வீதம் ஸிலிகன் கலந்த அலுமினிய வகைகள். இவற்றுடன் இரண்டாயிரத்தில் ஒரு பங்கு ஸோடியமும் சேர்ப்பார்கள்.

சேர்ப்பதனால், இந்தக் கலப்பு, மணல் வார்ப்புக்கும் அச்சு வார்ப்புக்கும் ஏற்றதாகிறது. ஸிலிகன் சேர்ப்பதிலுள்ள பெரிய அனுகூலம், கலப்புலோகம் வார்ப்பு வேலைக்கு மிக்க நயமாய் வரும்.

இந்த வார்ப்புக்கு மாறானது, மற்றொரு முக்கிய கைவினைக் கலப்பு. இது $2\frac{1}{2}$ முதல் 7 சத வீதம் வரையில் மக்னீஷியம், 1 சத வீதம் மாங்கனீஸ் கலந்த அலுமினிய மாகும்; இதில் ஸிலிகன் இரும்பு என்ற இரண்டும், அசுத்தம் என்ற ரூபத்தில், இருநூற்றில் ஒரு பங்கு ஒவ்வொன்றும் இருக்கும். லேசாயிருப்பதோடு, உறுதியும் அரிக்கப் பெறாமையும் இதற்குண்டு, இக் காரணம் பற்றி இது விமானத் தொழிலுக்கும் உப்புநீர்படும் கப்பல் தொழிலுக்கும் மிகவும் ஒத்ததா யிருக்கிறது. கலப்பைத் தயாரித்து வைத்துக் கைவினையால் வேண்டியபடி செய்ய இது மிகவும் உதவியானது.

டியூரலுமின்

'ஆகாய விமானம் பெரும்பகுதி என்ன உலோகத்தாலானது?' என்று விமானமோட்டுபவரையோ அதனோடு சம்பந்தப்பட்டவரொருவரையோ கேட்டால், டியூரலுமின் என்று விடையளிப்பார். டியூரலுமின் என்பது ஒரு தனியுலோகமன்று; அலுமினியக் கலப்புக்களில் முக்கியமானதொன்று.

இந்த நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில், டாக்டர் ஆல்பிரட் வில்ம் என்ற நிபுணர் ஜெர்மனியில் உலோகங்களை ஆராய்ந்து வந்தார். அலுமினியத்தோடு செம்பு முதலிய மற்ற உலோகங்களைக் கலந்து உறுதியான கலப்புலோகம் செய்ய எண்ணி அவர் ஆராய்ச்சி நடத்திய போது, தற்செயலாய் 1906 இல் அரிய உண்மை யொன்றைக் கண்டார்.

$3\frac{1}{2}$ சத வீதம் செம்பும் $\frac{1}{2}$ சத வீதம் மக்னீஷியமும் மிகுதி அலுமினியமும் கலந்த ஒரு கலப்பைத் தயாரித்து, உருகிய அவ் வுலோகத்தை ஆறவைத்து அவர் உறையச் செய்தார். பின் அதன் உறுதியைப் பல வகைகளில் சோதித்தார். உறுதி முதலிய தன்மைகள் அவ்வளவு

சிறப்பாக இல்லை. இவ்வளவும் நடந்தது ஒரு வெள்ளிக்கிழமையன்று. இருந்தும், தாம் செய்த சோதனைகள் அவ்வளவு திருப்திகரமா யிராதபடியால், டாக்டர் வில்ம், அடுத்த வாரம் மறுபடியும் அக் கலப்புச் சம்பந்தமாய் அதே சோதனைகளைச் செய்தார். செய்தபோது, முன் கண்டதைவிடப் பலமடங்கு அதிக உறுதியும் திண்மையும் அக் கலப்புக்கு இருக்கக் கண்டார். இது அவருக்கு மிக்க ஆச்சரியத்தை யளித்தது, பிறகு இப்படி உருக்கி ஆற வைத்த இவ்விதக் கலப்புச் சம்பந்தமாக, இரண்டு நாள் ஆறியபின் இதன் தன்மை யாது? மூன்று நாள் ஆறிய பின் தன்மை யாது? பத்து நாள், இரண்டு வாரம், மூன்று வாரம் என்று இப்படி வெவ்வேறு கால அளவு பற்றிய சோதனைகள் நடத்தி, முடிவுகளைக் குறித்து வந்தார். உருக்கி ஆறவைத்த நாள்முதல் இக் கலப்பின் உறுதியும் திண்மையும் அதிகரித்து வந்தனவென்றும் சுமார் 4—5 நாளில்தான் இவை உச்ச எல்லையை அடைந்தன வென்றும் பின்னர் இவை அதிகரிக்கவில்லை யென்றும் முடிவு செய்தார். இப்படி நாள்பட்டுத் திண்மை பெருகும் தன்மையை காலத் திட்பம் என்று கூறுகிறார்கள். பின்னர் தாம் கண்ட உண்மை, காலத்திட்பமுறை முதலியவை சம்பந்தமான சகல உரிமைகளையும், டியூரென் என்ற ஊரிலிருந்த டியூரெனர் உலோகத் தொழிற்சாலை என்ற வியாபார ஸ்தாபனத்தாருக்கு டாக்டர் வில்ம் 1906இல் விற்றுவிட்டார். அதுமுதல், இவ்விதம் அலுமினியக் கலப்பைக் காலத் திட்பம் பெறச் செய்தபின், அதற்கு டியூரலுமின் என்று பெயர் வழங்கலாயிற்று.

1914-18 யுத்தத்தில், ஜெர்மானிய ஆகாயக் கப்பலான ஜெப்பலினுக்குத் தான் இக் கலப்பை அதிகமாய் உபயோகித்து வந்தார்கள். பின்னர் இவ் வுபயோகம் பெருகலாயிற்று ஆரம்பத்தில் இதைத் தகடடிப்பது மிக்க கஷ்டமா யிருந்தது. அக் கஷ்டமெல்லாம் இப்போது நீங்கிவிட்டது. தவிர, டியூரலுமின் என்ற பெயர் இவ்விதம் காலத்திட்பம் பெற்ற கலப்பைக் குறித்தபோதிலும், இதிலும் பலவிதமான வீதத்தில் கலந்துள்ள பலவிதக் கலப்புக்கள் உள்ளன. மேற்கூறிய செப்பு, மக்னீஷியம்

என்பவை மட்டுமன்றி, இப்போது இதில் மாங்கனீஸும் கூட்டுவதுண்டு.

காலத் திட்பம் பெற்ற அலுமினியக் கலப்புக்கள், இந்த டியூரலுமின் அன்றி, வேறு பலவும் உள்ளன. Y-கலப்பு (ஒய்-கலப்பு) என்பது ஒன்று. இதில் அலுமினியத்தோடு, 4 சத வீதம் செம்பு, 2 சத வீதம் நிக்கெல், $1\frac{1}{2}$ சத வீதம் மக்னீஷியம் என்பன கலந்துள்ளன. காலத் திட்ப முறையால் இதன் திண்மை அரைப் பங்கு பெருகுகிறது. இதுவுமன்றி, இன்னும் அதிகச் சிக்கலான எத்தனையோ கலப்புக்கள் உபயோகத்துக்கு வந்துள்ளன.

ஆகாய விமானத்தின் எடையில் மூன்றிலொரு பங்குக்கு மேலாக அலுமினியக் கலப்பு உபயோகப்படும். பெரும் பகுதி அதன் உடலையும் சிறகையும் மூடியுள்ள தகடாகும். இது லேசாயிருக்க வேண்டும்; எனவே மிக மெல்லியதா யிருக்கும்; தவிர, உறுதியாயும் அரிப்பு அற்றதாயும் இருத்தல் முக்கியம். ஆனல், மேற்கூறிய டியூரலுமின், மற்ற அலுமினியக் கலப்புக்களைவிட எளிதாய் அரிபடுமாம். ஆகவே, வெப்பத்திலும் குளிரிலும், கடல் நீரிலும் செல்லக்கூடிய விமானங்களுக்கு டியூரலுமின் ஏற்றதாகாது. இதன் பொருட்டு, ஒரு புதிய முறை கண்டு பிடித்தார்கள். டியூரலுமின் தகட்டில் இருபுறமும் மெல்லிய தனி அலுமினியத் தகட்டைப் பொருத்தி விட்டால், இப்படி மூன்று தகடாய்க்கூடிய டியூரலுமின் தகடு, திட்பமும் அரிபடாமையும் பெற்றிருக்கிறதாம். மூன்றும் சேர்ந்த பருமன், அங்குலத்தில் வீசம் பங்கு; இதில் இருபுறமும் சேர்ந்த தனி அலுமினியம் மட்டும் (வீசத்தில்) பத்திலொரு பங்கு. இந்தத் தகடு, ஐந்து வருஷம் இடைவிடாமல் உப்பு நீரே பட்டுவந்தாலுங் கூடக் கெடுவதில்லை. இப்படி டியூரலிமினுக்கு அலுமினியப் போர்வை போர்த்திப் பின் செ. 495 டிகிரி வரை காய்ச்சி, காலத்திட்பம் பெறச் செய்வார்கள்.

இவ்விதம் அலுமினியக் கலப்பின் காலத் திட்பம் பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் பலர் செய்திருக்கிறார்கள். உலோகத் தொழில் என்றால், ஆடவர் செய்யும் வேலை என்று நாம் நினைப்போம்; ஆனல் மேலை நாட்டில் பெண்களும்

இவ் வாராய்ச்சி அதிகம் செய்திருக்கிறார்கள்; டியூராலுமின் சம்பந்தமாய் டாக்டர் மேரி கேய்ல்ர் (ஹாட்டன் என்பவர் மனைவி) அறிய வேலை செய்திருக்கிறாராம்.

காலத்திட்பம் பெறக்கூடிய உலோகங்கள் வேறு பல வுள்ளன. அலுமினியக் கலப்புக்கள் மட்டுமே சாமானிய வெப்ப நிலையில் மேற் கூறியவாறு அதிகமான உறுதி பெறுகின்றன. வேறு சில, சாமானிய வெப்ப நிலையில் இவ் வுறுதி பெறாமல், இன்னும் அதிகமான வெப்ப நிலையில் இவ் வுறுதி பெறும். ஆகவே, இவற்றைக் காய்ச்சி உருக்கி, என்ன வெப்ப நிலையில் அவை இவ் வுறுதி பெறுமோ அந் நிலையில் சில நாள், அதாவது அவ் வுறுதி (காலத்திட்பம்) வரும் வரை வைத்திருந்து, பின்னர் நீரில் தோய்த்து ஆற வைப்பார்கள்; இதைத் தோய்ச்சல் திட்பம் என்று கூறுவார்கள். செம்பு, துத்தநாகம், ஈயம், காரீயம், மக்னீஷியம், சிலவகை எஃகு முதலியவற்றில் இம் முறை உண்டு.

விமானம் செய்வதில், டியூராலுமினாலான ரிவெட் ஆணிகள் பல வுள்ளன். இவை காலத் திட்பம் பெற்று விட்டால், அடிப்பது மிகவும் கஷ்டம். ஆகவே, ஆணி செய்தவுடனே அடிக்க வேண்டி வரும். இது பெரும்பாலும் சாத்தியமா யிருப்பதில்லை. இதன் பொருட்டுச் செய்த ஆராய்ச்சிகளால், இவ்வாணிகளை செ. பூஜ்யம் டிகிரிக்குக் கீழே சுமார் 25 டிகிரி யளவுள்ள நிலையில் வைத்து வந்தால், அவை காலத்திட்பம் பெறுவது மிகவும் குறைவென்று தெரிய வந்தது. எனவே, விமானத் தொழிற் சாலைகளில் குளிர்ச்சி யந்திரமாகிய ரெப்ரிஜெரேட்டர் வைத்திருந்து, அதில் இவ்வாணிகளை —25 (மைனஸ் 25) டிகிரியில் வைத்து, தேவையான போது மட்டும் எடுத்து உபயோகித்துக் கொள்வார்கள். (மைனஸ் 25 டிகிரி என்பது. பனிக்கட்டி உருகும் வெப்ப நிலைக்குக் கீழே கிரமமாக செ. 25 டிகிரியளவில் குறைந்துள்ள வெப்ப நிலையாகும்.)

26. குரோமியம்

மிகவும் சமீப காலத்தில் நாடு நகர் எங்கும் பிரபலமாக வழக்கத்துக்கு வந்துவிட்ட உலோகம், குரோமியம். சைக்கிள் வண்டியை அறியாதவர் நகரத்தில் உண்டா? அல்லது நாட்டுப்புறத்தில்தான் உண்டா? சைக்கிளில் பளபள வென்று கொஞ்சம் கருமை பொருந்திய வெண்ணிறத்தோடு பிரகாசிக்கிற சக்கரங்கள், சக்கரத்தின்குடம், மணி, கைப்பிடி, பெடல்கள் முதலான எல்லாப் பாகங்களிலுமுள்ள பிரகாசத்துக்குக் காரணம் குரோமியப் பூச்சு. இவ் வுலோகம், காற்று நீர் முதலியன பட்டால் கறுப்பதில்லை; துருப் பிடிப்பதில்லை. எனவே, பூச்சுப் பூச, இன்று இதுவே மிகவும் தகுந்ததாக இருக்கிறது. குரோமிய வுலோகம் செ. 2000 டிகிரியில் உருகும.

குரோமியம் இயற்கையில் கிடைப்பது, குரோமைட் என்ற தாது ரூபத்தில். இத் தாது, குரோமியத்தின் ஆக்ஸைடும் இரும்பு ஆக்ஸைடும் கொண்டது; இதில் சராசரி சரிபாதிதான் குரோமிய ஆக்ஸைடு இருக்குமாம். 1934—38 ஆண்டுகளில் வருஷ மொன்றுக்குச் சராசரி பத்து லட்சம் டன் குரோமியத்தாது உற்பத்தியாயிற்றும்; உற்பத்தி வரவரப் பெருகி வருகிறது. 1920இல் இரண்டு லட்சம் டன்; 1928இல் ஆறு லட்சம்; 1937இல் 12 லட்சம் டன்னுக்கு அதிகமாம். உற்பத்தி ருஷ்யாவில்தான் அதிகம்; 190 ஆயிரம்டன் தாது; அடுத்தது துருக்கி 160 ஆயிரம்; தெற்கு ரொடீஷியா 160 ஆயிரம்; தென்னுப்பிரிக்கா 130 ஆயிரம்; பிறகு, குயூபா, யுகோஸ்லேவியா, நியூ காலிடோனியா; இந்தியா 50 ஆயிரம்; பிறகு கிரீஸும் ஜப்பானும். இந்த யுத்தம் தொடங்கிய சமயம், பிலிப்பைன் தீவுகளில் உற்பத்தி விரைவாய்ப் பெருகி வந்தது. இந்தியாவில் மைசூர், பீகார், சென்னை ஆகிய பகுதிகள் குரோமியம் உற்பத்தி செய்கின்றன.

குரோமியத்துக்கு எத்தனையோ உபயோகங்கள். இவற்றில் ஒன்றுதான், மேலே நாம் கூறியபடி சைக்கிள், மோட்டார் முதலியவற்றின் பாகங்கள் துருப்பிடிக்காத

படி பூச்சுப் பூசுவது. கிடைக்கிற குரோமியத் தாதுவில் 45 சத வீதம் எஃகுத் தொழிலுக்குப் பயன்படுகிறது; இரசாயனத் தொழிலில் பயன்படுவது 15 சத வீதம்; பெரிய உலைக்கூடங்களில் சூட்டால் உலைச் சுவர்கள் வெடிக்காதபடி கட்ட, குரோமியத் தாது 40 சத வீதம் உபயோகமாகிறது.

வெள்ளிப் பாத்திரங்கள் நாகரிகத்துக்கும் செல்வத்துக்கும் அடையாளமாகப் பழகிவந்த இடத்திலெல்லாம் இன்று, சொம்பு, தட்டு, கரண்டி, குவளை என்ற பல உருவங்களில் வேறோர் உலோகம் வழங்குவதை நாம் கண்டு வருகிறோம். இந்த உலோகத்தைக் கறுக்காத எஃகு என்றும், எப்போதும் ஒளி கெடாத எஃகு என்றும் பல விதமாய்ப் பெயரிட்டிருக்கிறார்கள். இவ்வுலோகம் எஃகுதான்; எஃகுடன் 12 சத வீதம் முதல் 15 சத வீதம் வரைக் குரோமியம் கலந்ததே இவ் வுலோகம். இது எப்போதும் கறுக்காம லிருக்கும் தன்மை வாய்ந்தது.

கரி கலந்த எஃகுடன் சிறிதளவு குரோமியம் கலந்தால் எஃகு முன்னிலும் பல மடங்கு உறுதி பெற்று விடுகிறதாம். அதனிடம் வலிவும், கம்பியாக வருந் தன்மையும், மிகுதியாக உண்டாகின்றனவாம். இதனால் இன்று பல வகை இயந்திரங்கள், மோட்டார், கப்பல் விமானம் என்றெல்லாம் அனேக வகையில் இரும்பும் எஃகும் உபயோகமாகி வரும்போது, குரோமியத்தின் உபயோகமும் பல மடங்காகப் பெருகி வருகிறது. எஃகுக்குக் குரோமியத்தைச் சேர்க்கும்போது, தனி உலோகமாய்ச் சேர்க்காமல், குரோமியத் தாது ரூபத்திலேயே சேர்க்கிறார்கள்.

மோட்டார், டாங்கி, பாலம், ரயில் முதலியவற்றுக்குரிய எஃகில் $3\frac{1}{2}$ சத வீதம் குரோமியம் சேர்கிறது. கத்தி, கரண்டி முதலியவற்றில் 12 சத வீதம். கடல் நீரோடு சம்பந்தப்படும் எஃகு உறுப்புக்கள், மின்சாரக் கருவிகள், சாயத் தொழில், பாற்பண்ணை முதலியவற்றுக் குரிய கருவிகள் ஆகியவற்றில் குரோமியம் 18 சத வீதமும் நிக்கெல் 8 சத வீதமும் சேர்கின்றன; இப்படிச் சேர்ப்பதனால் எஃகு உறுதி பெறுவதுடன், லேசாகவும்

ஆகிறது. இந்தக் கலப்புலோகம், பீரங்கி, யுத்தக் கப்பல், விமானம், போர்க் கவசம் முதலியவற்றில் பயன்படுகிறது.

தனி உலோகமாகக் குரோமியம் பயன்படுவது, பூச்சுப் பூசுவது ஒன்றுக்குத்தான்.

உலைக் கூடங்கள், சூளை முதலியவை வெப்பத்தால் வெடிக்காதபடி உட்புறத்தில் குரோமியத் தாது சுண்ணும்புப் பூச்சுப்போல் பூசப் பெறுகிறது. குரோமியமும், மக்னீஷியமும் அடங்கிய தாதுக்களான கற்களும் இதற்கு உபயோகமாகின்றன.

குரோமிய உப்புக்கள் மஞ்சள், சிவப்பு, பச்சை ஆகிய நிறந் தருவதற்காகச் சாயத் தொழிலில் பயன்படுகின்றன. தோல் பதனிடும் தொழிலில் குரோமிய உப்புக்கள் அதிகமாய் உபயோகமாகின்றன. குரோமிய உப்பை உபயோகித்துத் தோல் பதனிடும் தொழில் நடத்தும் குரோம் கம்பெனியும், இதன் தொழிற் சாலைக்கென்றே குரோம்பேட்டை என்ற நகரும் சென்னையில் உண்டாகியிருப்பதை நாம் அறிவோம்.

இதன் உப்புக்கள் உபயோகமாகும் வேறு தொழில்கள், புகைப்படத் தொழில், மெருகிடுந் தொழில், நெருப்புக்குச்சி செய்வது, எண்ணெய் வகைகளில் நிறத்தைப் போக்குவது ஆகிய தொழில்கள்.

குரோமிய உற்பத்தி சம்பந்தமான விபரீத நிலைமை ஒன்று உண்டு. அதாவது, எந்த நாடுகளுக்குக் குரோமியம் இன்று அதிகமாய்த் தேவையோ அவற்றில் குரோமியத்துக்கு வழியே இல்லை. பிரிட்டன், அமெரிக்கா, ருஷ்யா முதலியன இன்று எஃகுத் தொழிலில் அதிகம் முனைந்திருப்பவை. இவற்றுக்குக் குரோமியம் மிகுதியாக வேண்டியிருக்கிறது. ஆனால், ருஷ்யா ஒன்று நீங்கலாக, வேறெதற்கும் குரோமியம் கிடையாது; உதாரணமாக, எஃகுத் தொழிலில் முதலிடம் வகிக்கும் அமெரிக்காவுக்கு வேண்டிய குரோமியத்தில் ஒரு சதவீதம் கூட உற்பத்தி செய்துகொள்ள அதற்கு வழி கிடையாது. எனவே, பிற நாடுகளைப் பிடிக்காவிட்டால் இவற்றின் காலட்சேபம்

நடப்பதெப்படி? இயந்திரத் தொழிலின் பெருக்கமானது நாளடைவில் ஏகாதிபத்தியத்திலும் நாடு பிடிப்பதிலும் வந்து முடியுமென்பதற்கு இது சிறந்த உதாரணம்.

---

27. டங்ஸ்டன்

மக்களில் சிலர் தாங்கள் இருக்கிற இடம் தெரியாமல் அமைதியாக விளம்பரமின்றி இருந்துகொண்டு தங்களாலான தொண்டு புரிந்துவருகிறார்கள். அவர்களை யொத்த ஓர் உலோகம் டங்ஸ்டன் என்பது. தன்னை விளம்பரப்படுத்திக் கொள்ளாமல் தான் இருக்குமிடமெங்கும் பிரகாசப்படுத்தி வருகிறது. டங்ஸ்டன் என்ற இவ்வுலோகத்தை அறியாவிட்டாலும், இந்த நவ நாகரிக யுகத்தில் இதன் பயனை அனுபவியாத மக்கள் இருக்க மாட்டார்கள். வீட்டிலும் வெளியிலும், சாலையிலும் சினிமாக் கொட்டகையிலும், ரெயிலிலும் ரெயிலடியிலும் எரியும் மின்சார விளக்குப் பல்பினுள் ஓர் உலோகக் கம்பி எரிவது தெரிகிறதல்லவா? அந்தக் கம்பியே டங்ஸ்டன் கம்பி.

டங்ஸ்டன் என்ற சொல்லை முதன் முதல் ஒரு ஜெர்மானியர் வைத்தார். இச் சொல்லின் பொருள் 'கனத்த கல்' என்பதாகும்.

மற்றெல்லா உலோகங்களையும் விட டங்ஸ்டன் உருகுவதற்கு மிக அதிக உஷ்ணம் வேண்டியிருக்கிறது. செண்டிகிரேட் 3376 டிகிரி உஷ்ணத்தில்தான் இது உருகும். இவ் வுஷ்ணம் பிளாட்டினம் முதலான உறுதியான உலோகங்கள் உருகும் உஷ்ணத்தைக் காட்டிலும்

செ. 1500 டிகிரிக்குமேல் அதிகமானது. இக்காரணத் தால்தான் இது மின்சார பல்புகளில் எரிவதற்கான கம்பியாக உபயோகிக்கப் பெறுகிறது.

டங்ஸ்டன் உலோகம் கிடைப்பது உல்ப்ரம் என்ற தாது ரூபத்தில். இத் தாதுவானது. இரும்பு, மாங்கனீஸ், டங்ஸ்டன் ஆகிய மூன்று உலோகங்களும் ஆக்ஸிஜனோடு கூடியமைந்த ஓர் உப்பாகும். இந்தியாவில் பீகார், ராஜ புதனம் மத்திய மாகாணம் முதலான இடங்களில் உல்ப்ரம் கிடைக்கிறது; ஆனால் வட பர்மாவில்தான் மிகுதி. 1914 முதல் சீனாவில் இரண்டு மாகாணங்களில் உல்ப்ரம் கிடைத்துவந்தது. ஆயினும் உல்ப்ரம் உற்பத்தி செய்து தந்த நாடு பர்மா. ஜப்பான் பர்மாவைப் பிடிக்கிற வரையில் வட பர்மாவிலுள்ள மௌசி என்ற இடத்துச் சுரங்கம் உலகத்தி லேயே மிகுதியான அளவு உல்ப்ரம் கொடுத்து வந்தது. இதில் முன்னமே மாதமொன்றுக்குச் சராசரி 400 டன் உல்ப்ரம தாது கிடைத்து வந்ததாம். 1918க்கு முந்திய வருஷங்களில் தென் பர்மாவிலுள்ள டாவாய், மெர்குவி என்ற ஜில்லாக்கள்தான் உல்ப்ரம் கொடுத்த முக்கிய இடங்கள்.

டங்ஸ்டன் கிடைப்பதற்கு, கால்ஸியமும் டங்ஸ் டனும் ஆக்ஸிஜனும் கூடிய உப்பாகிய மற்றொரு தாதுவும் முக்கியமானது. இது வட அமெரிக்காவிலும் தென் அமெரிக்காவிலும் அகப்படுகிறது. இங்கெல்லாம் ஈயம் கிடைக்குமிடத்தை யொட்டி எங்கும் சிறிது டங்ஸ்டனும் கிடைக்கிறது. போர்ச்சுகல் தேசமும் உற்பத்திக்கு முக் கியமானது.

உலகெங்கும் 1938 இல் டங்ஸ்டன் தாதுக்கள் பலவும் சுமார் 36 ஆயிரம் டன் கிடைத்தன. இதில் சீனா மட்டும் 13 ஆயிரம்; பர்மா 11,200. அமெரிக்க 2700; போர்ச்சுகல் 2,500; பொலீவியா தேசம் 2,500. சமீப காலத்தில் போர்ச்சுகல் ஸ்பெயின் தேசங்களில் டங்ஸ்டன் சுரங்க வேலை மிகுதியாகப் பெருகி யிருக்கிறதாம்.

டங்ஸ்டன் என்ற உலோகத்தைக் கண்டு பிடித்துச் சுமார் 150 வருஷத்துக்கு மேலாகிறது. ஆயினும், மின்சார பல்புக் கம்பிக்கு ஏற்றது என்ற விஷயம் இந்த

நூற்றுண்டில்தான் தெரிய வந்தது. ஒரு பல்புக்குத் தேவையான கம்பி, மயிரிழையினும் மிக மிக மெல்லியதா யிருக்கும். இதன் அடக்க விலை ஒரணுத்தானும். ஆனால், ஒரணுக் கம்பி கொடுக்கிற ஒளியானது எவ்வளவு அதிகம்!

ஒரு டன் எடையுள்ள டங்ஸ்டன் உலோகத்திலிருந்து கம்பி செய்தால், சுமார் ஐந்து கோடிக்கு மேற்பட்ட பல்புகளுக்கு அக் கம்பியை உபயோகிக்கலாமாம். 1940 இல் அமெரிக்காவில் மட்டும் விலையான டங்ஸ்டன் கம்பி போட்ட மின்சார பல்புகள் 100 கோடியாம். உலகெங்குமே வருஷ மொன்றுக்குச் சராசரி 100 டன் டங்ஸ்டன் உலோகம் பல்புகளுக்காகச் செலவாகிறது.

மின்சார விளக்குக்கு டங்ஸ்டன் உபயோகப்படுவது மிகவும் முக்கியமானதாயிருந்த போதிலுங்கூட, டங்ஸ்டன் உற்பத்தியில் இது மிகவும் சொற்ப பாகந்தானும். உற்பத்தியில் சுமார் இரண்டு சத வீதந்தான் இப்படி உபயோகமாகிறது. 95 சத வீதம் எஃகுத் தொழிலுக்குப் போகிறது. கம்பி யிழுக்க டங்ஸ்டன் மிக்க நயமாகவரக் கூடியதாம். ஓரங்குலத்தில் 5000 இல் ஒரு பங்கிருக்கக் கூடிய அவ்வளவு மெல்லிய கம்பியாக இது இழுக்க வருகிறதாம்.

எஃகுத் தொழிலில் உபயோகப்படும் போது இவ்வளவுக் கிவ்வளவு இது உறுதி யுடையதா யிருக்கிறதாம். பெரிய எஃகுத் தொழிற்சாலைகளில் மிகவும் கூர்மையான எஃகு வெட்டும் கத்திகள் உள்ளன; இவை மின்சார சக்தியால் மிக்க விரைவாய்ச் சுழல்கிற ஒரு சக்கரத்தின் நுனியில் பொருத்தப்பெற்று அச் சக்கரம் சுழலச் சுழல, இவை ஓயாது வெட்டியபடி யிருக்கும். இப்படிப்பட்ட கத்திகளின் அலகுகள் டங்ஸ்டன் கலந்த எஃகினுல் செய்யப் பெறுகின்றனவாம். சாதாரணப் பேனுக் கத்தி வெண்ணெயை எவ்வளவு லேசாக வெட்டுமோ அவ்வளவு லேசாக இந்த டங்ஸ்டன் எஃகுக் கத்திகள் அசல் எஃகையே வெட்டி விடுமாம். எனவே, இவற்றின் உறுதியும் கூர்மையும் எத்தகையன என்பதை நாம் எண்ணிப் பார்ப்பதும் சற்றுக் கடினந்தான்.

சமீபத்தில் அமெரிக்காவில் நிமிஷ மொன்றுக்கு ஓர் ஆகாய விமானமும் ஒரு டாங்கியும் என்ற வீதப்படிப் போர்த்தளவாடங்கள் உற்பத்தியாகி வருகின்றன என்று பத்திரிகைகளும் சர்க்கார் பிரசார இலாகாவும் நமக்கு ஓயாது சொல்லி வந்தன. இவ்விதமாகப் பிசாசு வேகத்தில் வேலை செய்கிற தொழிற் சாலைகளி லெல்லாம், விமானம் டாங்கி வெடிகுண்டு போர்க்கப்பல் பீரங்கி முதலியன செய்வதற்கு மேற்சொன்ன டங்ஸ்டன் எஃகுக் கருவிகளே கையாளப் பெறுகின்றன. பழைய எஃகுக் கருவிகள் வெட்டிய வேகத்தைப் போல் இவை ஐந்து மடங்கு வேகத்தில் வெட்டுகின்றன. மிக்க ஆழமாயும் உறுதியாயும் வெட்டுகின்றன. எனவே, முன்னெல்லாம் மணிக் கணக்கில் ஆன வேலைகள் இப்போது நிமிஷக் கணக்கில் முடிவது சாத்தியமா யிருக்கிறது.

தவிர, வெட்ட வெட்ட, கத்தியானது சூடேறிப் போகும்; சில சமயம் பழுக்கக் காய்ந்த இரும்பு போல, எஃகானது சூட்டினால் காய்ந்து சிவந்துவிடும். ஆனால் இந்த அதிகமான உஷ்ணத்திலும், டங்ஸ்டன் எஃகினாலான கத்தி அலகானது, வளையாது, ஒடியாது, கூர் மழுங்காது. தோய்ச்சல் கெடாது; தன் வேகத்தில் குறையாமல் வெட்டிக் கொண்டே தான் இருக்குமாம்.

சாதாரண டங்ஸ்டன் எஃகு என்பது, எஃகுடன் 18 சத வீதம் குரோமியமும் 1 சத வீதம் வனேடியம் என்ற உலோகமும கூடியது; மோலிப்டினம் கோபால்ட் என்ற உலோகங்களும் இப்போது சேர்க்கப் பெறுகின்றன. இப்படிப்பட்ட எஃகு, கத்திக்கு உபயோகமாவதோடு கூட, வால்வாகவும், கம்பி யிழுப்பதற்கேற்ற அச்சாகவும் மோட்டார் வில், அரைக்கும் கருவிகள், க்ஷவரக் கத்தி, துளைக்கும் துரப்பணம், அரம், வாள், மின்சாரக் கம்பி முதலியவற்றுக்கும் உபயோகமாகிறது. கோபால்ட் 60 பங்கு, குரோமியம் 30 பங்கு; டங்ஸ்டன் 10 பங்கு கொண்ட ஒரு கலப்பு உலோகம் முக்கியமானது; இது இரும்பு சம்பந்தமற்றது. பாறைகளில் தொளைப்பதற்கு, முன்னெல்லாம் வயிர முக முடைய துரப்பணம் உபயோகித்தார்கள்; இப்போது இந்தக் கலப்பு

லோகத்தை முனையில் கொண்ட துரப்பணங்கள் பெருவாரியாக உபயோகத்துக்கு வந்துவிட்டன.

கம்பியில்லாத் தந்திக் கருவியின் வால்வுகள், எக்ஸ்ரே குழாய்கள் சோதனைச் சாலைக்கேற்ற கிண்ணம் முதலியவையும் டங்ஸ்டன் கலந்து செய்யப்பெறுகின்றன. கறுக்காத எஃகு என்பதிலும் டங்ஸ்டன் கலப்பதுண்டு.

டங்ஸ்டன் உலோகம் மட்டுமன்றி, டங்ஸ்டன் உப்பில் ஒன்றாகிய டங்ஸ்டன் கார்பைடு என்பதும், பல ரூபத்தில் வெட்டும் கத்திகளுக்குப் பயன்படுகிறது. கூர்மையிலும் உறுதியிலும் இது வயிரம்போ லிருக்கிறதாம். கண்ணாடி, பீங்கான், மாங்கனீஸ்-எஃகு என்பவற்றை வெட்டுவது மிகவும் கடினமாம். டங்ஸ்டன் கார்பைடு இவற்றை மிக்க எளிதாக வெட்டிவிடுகிறது.

வேறு சில டங்ஸ்டன் உப்புக்கள் வர்ண வேலைக்கும் மண்பாண்டத் தொழிலுக்கும் உபயோகப்படுகின்றன. ஸோடியம் டங்ஸ்டேட் என்ற உப்பு, திரைச் சீலை முதலியவை நெருப்புப் பிடிக்காமலிருக்கச் செய்ய உதவுகிறது.

மின்சாரத் தொழிலும் எஃகுத் தொழிலும் வளர வளர, டங்ஸ்டனுக்குள்ள உபயோகமும் பலவகையால் பெருகி வருகிறது.

---

28. மக்னீஷியம்

இந்த யுத்தம் காரணமாக, இப்போதெல்லாம் நம்முடைய குழந்தைகளுக்குத் தீபாவளிச் சமயத்தில் கல்ல மத்தாப்புக்கள் வாங்கிக் கொடுக்க முடிவதில்லை. யுத்தத்துக்கு முந்தியெல்லாம் ஏராளமான கம்பி மத்தாப்பும்,

சுருள் மத்தாப்பும் கிடைத்துக்கொண்டிருந்தன. சுருள் மத்தாப்பென்பது மிக மெல்லிய, அகலக் குறைவான உலோகச் சுருள். வெண்ணிறமான இந்தச் சுருளின் ஒரு முனையை விளக்கில் காட்டிப் பற்ற வைத்தால் நெருப்புப் பிடித்து எரியும். உலோகமே எரிவது விசித்திரமல்லவா? இந்த உலோகந்தான் மக்னீஷியம் என்பது. அதிக உஷ்ணம் ஏறினவுடனே இது காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவுடன் கூடி, அதாவது எரிந்து போய், மக்னீஷியம் ஆக்ஸைடாகிச் சாம்பல் போலக் கீழே உதிர்ந்து விடுகிறது. யுத்தத்துக்கு இவ்வுலோகம் இன்றியமையாததாகையால், இன்று குழந்தைகள் விளையாடுவதற்கான மத்தாப்புக் கம்பி ரூபத்தில் இது கிடைப்பதில்லை.

மக்னீஷியம் எரியும்போது மிகவும் பிரகாசமான வெண்ணிற ஒளி உண்டாகிறது. இவ்வொளி புகைப்பட மெடுப்பதற்குப் பெரிதும் உதவி செய்கிறது. இது காரணமாக, இரா நேரத்தில் பத்திரிகைக்காரர்கள் புகைப்பட மெடுப்பதற்கு உபயோகிக்கிற பிளாஷ்லைட் என்ற பெயருடைய விளக்குக்களில் மக்னீஷியமே ஒளி தருவதற்கு உபயோகிக்கப் படுகிறது; மக்னீஷியம் இங்கு தூள் ரூபத்தில் உபயோகமாகிறது.

இன்றைய யுத்தத்தில் முதல் அங்கமாவது, விமானத்தில் போய்க் குண்டு எறிவது. இந்தக் குண்டுகள் இரண்டு வகை. ஒன்று வெடிகுண்டு. இது பிரமாண்டமான அளவுடையது: விழுந்த இடத்தில் வெடிப்பதனால் சுற்றிலும் வெகு தூரம் வரையில் உள்ள பொருள்கள், உயிர்கள், கட்டிடங்கள் யாவற்றையும் அடியோடு நாசம் செய்து விடுகிறது. மற்றொரு வகைக் குண்டு, தான் விழுந்த இடமெல்லாம் எளிதில் அணைக்க முடியாத கொடிய தீயை உண்டாக்கிக் கட்டிடங்கள், தொழிற்சாலைகள் முதலியவை அனைத்தையும் எரித்துவிடுகிறது. இவ்வகைக் குண்டுக்கு எரி குண்டு என்று தமிழில் பெயர் சொல்லலாம். (ஆங்கிலத்தில் இன்ஸெண்டியரி பாம்ப்.) இந்த எரி குண்டு செய்வதற்கும இது எங்கும் தீ மூட்டுவதற்கும் முதல் துணையாயிருப்பது மக்னீஷிய உலோகந்தான்.

இந்த எரி குண்டுகளின் குழாய் அல்லது உறை யானது மக்னீஷியத்தாலானது. வார்க்க அனுகூலமாயும் உறுதியாயும் இருக்கும் பொருட்டு, இம் மக்னீஷியத்தில் 5 அல்லது 7 சதவீதம் அலுமினியமும், மிகச் சொற்ப அளவு மாங்கனீஸ் என்ற உலோகமும் சேர்த்துக் கொள் கிறார்கள். குண்டுக்குள் வெடிமருந்து இருக்கிறது. இம் மருந்து வெடித்தவுடனே எல்லையில்லாத உஷ்ணம் உண்டா கிறது. இந்த உஷ்ணத்தில் சுற்றியுள்ள உறையாகிய மக்னீஷியம் உருகித் தீப்பற்றி மிக்க உக்கிரமாய் எரிய ஆரம்பிக்கிறது. இந்தத் தீயானது எந்தப் பொருளையும் எரித்துவிடும் தன்மை வாய்ந்தது.

இப்படி எரிகிற மக்னீஷிய எரிகுண்டின் மீது தண் ணீரைக் கொட்டி அணைக்க முயலலாகாது என்று சொல் வார்கள். எரிகிற தீயின் உக்கிரத்தால் அதன்மேல்படும் தண்ணீர்கூட ஆக்ஸிஜன் ஹைட்ரொஜன் என்ற வாயுக் களாகப் பிரித்துவிடுகிறது. இந்த ஆக்ஸிஜனானது குண்டு இன்னும் உக்கிரமாய் எரியத்தான் துணை செய்யும்!

சென்ற உலக யுத்தத்திற்கு முந்தியெல்லாம், ஜெர்மனி யொன்றுதான் ஏராளமான அளவில் மக்னீஷிய உலோ கத்தை உற்பத்தி செய்து வந்தது. ஜெர்மனியில் ஸ்டாஸ் பர்ட் என்ற இடத்தில் ஏராளமான கல்லுப்பு உண்டு; இவ் வுப்புடன் கூடப் பலவகையான மக்னீஷிய உப்புக் களும் கிடைத்தன. இவைகளே ஜெர்மனியின் மக்னீஷியச் செல்வத்துக்கு ஆதாரம். இந்த உப்புக்களில் ஒன்றாகிய மக் னீஷியம் குளோரைடு என்பதைத் திரவ ரூபமாக்கி மின் சாரத்தின் உதவிகொண்டு எளிதாய் மக்னீஷியத்தையும் குளோரினையும் ஜெர்மானியர் பிரித்துக்கொண்டார்கள். இந்த உலக யுத்தம தொடங்கிய காலம் வரையில் உற் பத்தி ஜெர்மனியில்தான் மிகுதி; உலக உற்பத்தியில் 57 சத [illegible]மாம். அமெரிக்காவிலும் உப்புக் கிணறுகள் முத லிய[illegible]ற்றில் ஏராளமாய் மக்னீஷியத் தாதுக்கள் கிடைக் கின்றன. 1939 முதல் ஓர் இரகசிய முறையைக் கையாண்டு இங்கிலாந்தில் கடல் நீரிலிருந்து மக்னீஷியம் எடுக்கிறார்கள். கடல் நீரில் 800இல் ஒரு பங்கு மக் னீஷியம் அடங்கி யிருக்கிறதாம். இந்த முறை அமெரிக்கா

விலும் வழக்கத்தில் உண்டு. 1940இல் அமெரிக்க உற்பத்தி 5 ஆயிர டன் மக்னீஷிய உலோகம்.

மக்னீஷிய உப்புக்களில் மாக்னிஸைட் என்பது முக்கியமானது; இது மக்னீஷியக் கார்பொனேட்டாகும். மக்னீஷிய மெடுக்க இது பயன்படுவதோடு, சூளைகளிலும் உலைக்கூடங்களிலும் வெப்பத்தால் சுவர் உருகாமலும் வெடிக்காமலும் இருக்கும்பொருட்டு மாக்னிஸைட் கற்கள் கொண்டு கட்டப் பெறுகின்றன. இதிலிருந்து ஒரு வகையான சிமெண்ட் செய்கிறார்கள். இது வழுக்காது, ஈரமில்லாமல் சூடாயிருக்கும், வளையக்கூடியது, கழுவ எளிது, வர்ண எண்ணெய் பூசுவதற்கு ஏற்றது. எனவே, இதை ஆஸ்பத்திரி கப்பல் அறைத்தளம் சமயலறை முதலியவற்றில் உபயோகிக்கிறார்கள். தவிர, மாக்னிஸைட்டிலிருந்துதான் எப்ஸம் ஸால்ட் என்று சொல்லுகிற பேதி மருந்து தயாரிக்கிறார்கள்.

மாக்னிஸைட் அல்லாமல், மக்னீஷியம் தரும் வேறு முக்கியமான தாதுக்கள், டோலோமைட், புரூஸைட் என்பன.

1937 இல் உற்பத்தியான மக்னீஷிய உலோகம் சுமார் 20 ஆயிரம் டன். 1940 இல் இது 40 ஆயிரமாயிற்று. இதில் சரி பாதி ஜெர்மனி உற்பத்தி செய்தது. அமெரிக்கா, இங்கிலாந்து ஜப்பான் ஆகிய மூன்று நாடுகளின் உற்பத்தியும் கால் பங்குதான்; மற்றெல்லா நாடுகளின் உற்பத்தியும் மிச்சமுள்ள கால்பங்கு.

மாக்னிஸைட் தாது மட்டும் உலகெங்குமே உற்பத்தியானது 1937 இல் $21\frac{1}{2}$ லட்சம் டன். இதில் ருஷ்யா 37 சதவீதம்; ஆஸ்திரியா 21; ஜப்பான் வசமுள்ள மஞ்சூரியா 15; அமெரிக்கா 8; கிரீஸ் 7; இந்தியா 2; மற்ற நாடுகள் மிச்சமுள்ளது. கானடா இங்கிலாந்து முதலிய இடங்களிலும் மற்ற உப்புக்கள் உற்பத்தியுண்டு.

உலோகங்களெல்லாவற்றிலும் மிகவும் லேசான இந்த உலோகத்துக்குச் சுமார் முப்பது வருஷத்துக்கு முந்திவரையில் யந்திரத் தொழிலில் அதிக உபயோகமில்லை. பிளாஷ் லைட் விளக்குக்கும் வாண வேடிக்கைக்குந்தான்

முன்னே சொல்லியபடி உபயோகப்பட்டுவந்தது. ஆனல் இப்போது இதற்கு இயந்திரத் தொழிலில் உபயோகம் அதிகம். எளிதில் தானே தீப்பற்றி எரிகிற இந்த உலோகம் யந்திரத் தொழிலில் உபயோகமாக முடியும் என்று இயல்பாக இங்கு ஆச்சரியம் தோன்றக்கூடும்; ஆனல் இது உண்மை.

ஒரே சமயத்தில் அளவில்லாத உஷ்ணம் பட்டால்தான் உருகின மக்னீஷ்யம் எரியத் தொடங்கும். ஆகவே, மக்னீஷியத்தை உருக்கி வார்க்கிற யந்திரங்களில் உபயோகித்தாலும், குறித்த அளவுக்குமேல் உஷ்ணம் வருமவிருக்குமானல் மக்னீஷியத்துக்கு எவ்விதக் கெடுதியும் நேராது. தொழிற்சாலைகளில் ஏராளமான மக்னீஷியத்தை உருக்கி ஓடச்செய்து எத்தனையோ இயந்திரங்களையும் கருவிகளையும் செய்கிருர்கள்; எவ்விதக் கெடுதியும் நேர்ந்துவிடவில்லை.

அலுமினியக் கலப்புலோகங்களைவிட மக்னீஷியக் கலப்புலோகங்கள் பலவும் சுமார் 40 சத வீதம் எடை குறைவானவை. மக்னீஷியக் கலப்புலோகங்களைச் செய்யும் தனிப்பட்ட முறைகளை வகுத்தவர்கள், ஜெர்மானியர். பிற்பட்டு இம் முறைகள் இங்கிலாந்திலும் அமெரிக்காவிலும் வழக்கத்தில் வந்துவிட்டன. மக்னீஷியத்தோடு சேர்க்கும் உலோகங்களில் முதன்மையானது அலுமினியம். 11 சத வீதம் வரையில் இதைச் சேர்ப்பதுண்டு. வார்ப்பு என்றும், வார்ப்பல்லாத கலவை என்றும் இக் கலப்பில் இரு வகைகள் உள்ளன. மாங்கனீஸ் 2 சத வீதம் ½ சத வீதம் துத்தநாகம் முதலியனவும் சேர்ப்பதுண்டு. இந்த இரண்டும், அலுமினியம் 6 அல்லது 8 சத வீதமும் கலந்து செய்யப்பட்ட மக்னீஷியக் கலப்புலோகம் எடைக்கு எடை மிக்க உறுதியுடையதாம். மக்னீஷியம் துருப் பிடிப்பது அல்லது களிம்பேறுவதைத் தடுக்கவே மாங்கனீஸ் சேர்க்கப் பெறுகிறதாம்.

மக்னீஷியக் கலப்பு மிக்க லேசானது என்பது இதிலுள்ள முக்கிய அனுகூலம். மற்ருென்று, இது வேலைக்கு மிக்க நயமானது என்பது. எளிதாக இதை அராவலாம், தொளைக்கலாம், கடையலாம்; எஃகு அல்லது பித்தளையை

விட இந்த வேலைகளுக்கு நயமானது. எனவே, பெருவாரியாய்க் கருவிகள் செய்வதற்கு இதுவே ஏற்றதாயிருக்கிறது. இக் கலப்புலோகத்தால் செய்யப்பெற்ற பாகங்கள் விமானத்தில் மிகுதி. குண்டு வீசும் கன விமானங்களின் சக்கரமொன்று ஓராள் எடையாம் (சுமார் 150 பவுண்டு). இது 8 சத வீதம் அலுமினியம் கலந்த மக்னீஷியத்தால் செய்யப்பெற்றது. இதே உறுதியும் வலிவும் கொண்ட எஃகுச் சக்கரம் போடுவதானால் 220 பவுண்டாகுமாம். எனவே, மக்னீஷியம் உபயோகிப்பதனால் விமான மொன்றுக்கு இரண்டு சக்கரங்களும் சேர்த்து 140 பவுண்ட் எடை குறைகிறதாம்.

மோட்டார் பாகங்கள், சில வகைக் கருவிகள், சுரங்க விளக்குக்கள் முதலியன மக்னீஷியக் கலப்பால் செய்யப் பெறுகின்றன. மைக்ராஸ்கோப், சில சினிமாக் கருவிகள், செயற்கைக் கை கால் முதலியன, மின்சார விசிறி, சில இசைக் கருவிகள், நெசவுக் கருவிகள் ஆகியவற்றுக்கு மேற்சொன்ன மக்னீஷிய அலுமினியக் கலவை பயன்படுகிறது. அலுமினியத்துக்குப் பதிலாக, பெரில்லியம் என்ற உலோகம் சேர்த்துச் செய்வதும் போதிய உறுதி தருகிறதாம்.

பீங்கான் தொழில், ரேடியோ வால்வு, காகிதத் தொழில், சர்க்கரை சுத்தம் செய்யும் தொழில், பூச்சு வேலை, ரப்பர் தொழில் முதலியவற்றிலும் மக்னீஷிய உலோகம் பயன்படுகிறது. இந்த யுத்தத்தில் இங்கிலாந்தின் மீது வீழ்ந்து சிதைந்த ஜெர்மன் விமானங்களிலிருந்து பிரிட்டிஷ் அரசாங்கத்துக்கு ஏராளமான மக்னீஷியக் கலப்புலோகம் கிடைத்ததாம்.

நான்காம் பாகம் - மற்ற உலோகங்கள்

நம்மவர் அறிந்த புராதன உலோகங்களுள், இதுவரை கூறப் பெற்றவை, பொன், வெள்ளி, பாதரசம் என்ற மூன்று.

ரேடியம் யுரேனியம் என்ற உலோகங்கள் தங்கள் கதிர்வீச்சுக் காரணமாக, பிரபஞ்சத்திலேயே தனியான நிலை பெற்றுள்ளன. ரேடியம், உயிர் காக்கும் உலோகம் என்று பெயர் பெற்றிருக்கிறது; இப்பெயர் வைத்தியத் தொழில் சம்பந்தமாக. ஆனால், இதுவே உயிர் போக்கும் உலோகம் என்ற இகழ்ச்சியும் இப்போது பெற்றுவிட்டது; அணுக் குண்டினால் ஏற்பட்ட பயங்கரமான உயிர்க் கொலைக்குக் காரணம், இக் கதிர்வீச்சுத் தொழிலுடைய மற்றோர் உலோகமான யுரேனியம்.

பொன் வெள்ளிக்கு எவ்விதத்திலும் குறையாத விலை மதிப்புடைய உலோகம், பிளாட்டினம் என்பது.

மேற் குறித்த உலோகங்களையும் அறியத்தக்க வேறு உலோகங்கள் சிலவற்றையும் இந்தப் பாகத்தில் விரிவாய்க் காண்போம்.

29. பொன்

புராதனமான நாகரிக மக்கள் எல்லோருக்குமே பொன் தெரிந்திருந்தது. எகிப்து, எட்ரஸ்கா, மினோவா, அஸ்ஸீரியா, இந்தியா ஆகிய எல்லா நாடுகளிலும் மிகப் புராதனமான காலத்திலிருந்தே நகை செய்வதற்குப் பொன் உபயோகப்பட்டு வந்தது. பொன்னால் செய்த அணிகலன்கள் ஆயிரக் கணக்கான வருஷங்கள் ஆன பிறகும்கூட, தங்கள் அமைப்பும் ஒளியும் கெடாமல் இன்றுதான் செய்தவைபோலத் தோற்றமளிப்பதை நாம் காண்கிறோம்.

உலோகங்கள் எல்லாவற்றிலும் பொன்னே மேலாக இருக்கிறது. சாதாரணமான கருங்கற்பாறையைக் காட்டிலும் இது ஆறு மடங்கு பளுவுடையது, ஒளி கெடாதது, கறைபடாதது; துருப்பிடிக்காதது. நினைத்தபடியெல்லாம் இதைக் கம்பியாகவும் நீட்டலாம், தகடாகவும் அடிக்கலாம். ஓர் அவுன்ஸ் எடையுள்ள தங்கத்தை ஐம்பது மைல் நீளமுள்ள கம்பியாக இழுக்கலாம், அல்லது இருநூறு சதுர அடி அகலமுள்ள தகடாக அடிக்கலாம். இந்தச் சௌகரியங்கள் காரணமாகத்தான் இது நகை செய்வதற்கேற்ற உலோகமாயிற்று. பொன் கிடைப்பது அருமையாயிருப்பதால், அதன் விலை மதிப்பும் அதிகமாயிற்று.

பொன்னினிடத்து ஏற்பட்ட பெரும் மதிப்புக் காரணமாக, நம் நாட்டில் பொன் என்றாலே அழகு என்ற பொருள் எழுந்து விட்டது. இதனினும் மேலாக, செல்வத்துக்கு, அதிதேவதையான இலக்குமிக்கே நாம் பொன் என்று பெயர் வைத்துவிட்டோம். பொன்னாசை முதலான மூவாசைகளையும் களைந்துவிட வேண்டும் என்று நம் நம்முடைய பெரியவர்கள் நமக்கு அறிவுறுத்தலாம். ஆனால் அவ்வளவு எளிதில் பொன்னை நாம் புறக்கணித்து விட முடியுமா?

தங்கத்தைக் குறிப்பிடாமல் உபயோகிக்கும் போது கூட, பொன் என்ற சொல்லுக்குச் சாதாரண பேச்சு வழக்கிலே வேகம் அதிகம். பொன் மொழிகள்; குணத்திலே அவர் தங்கக்கட்டி; தங்கமான பிள்ளை; காப்பிக் கொட்டையைப் பொன் வறுவலாக வறுத்துக் கொள்; என் தங்கமே: என்றெல்லாம் சொல்லும்போது பொருள் நயத்தைக் குறிப்பிடுவதற்குத் தான் பொன் தங்கம என்ற சொற்கள் வந்து, பேச்சுக்கே சுவைதருகின்றன.

மிகமிகப் புராதன காலத்து மனிதனுக்குப் பொன் தெரியுமென்று சொல்ல முடியாது. கற்காலத்தின் கடைசியில் ஒரு வேளை மனிதன் தற்செயலாய்ப் பொன்னைக் கண்டிருக்கக் கூடும். அவன் கண்டதும் சொற்பம்; ஏதோ ஓர் அபூர்வ வஸ்து என்று தான் அம்மனிதன் அதை எண்ணியிருக்க முடியும். கல்லைப் போலவோ, இரும்பு, வெண்கலத்தைப் போலவோ அவன் பொன்னைப்

பயன்படுத்திக்கொள்ள முடியாது. ஆகவே, நாகரிக வாழ்க்கை தோன்ருத நிலையில் பொன்ஞல் அவனுக்குப் பயன் எதுவும் இல்லை.

பொன்னின் மங்காத ஒளிதான் நகை செய்து அணியும்படி முதன் முதல் மனிதனைத் தூண்டிற்று. அதன் நெகிழும் தன்மையும் இதற்கு அனுகூலமாயிருந்தது. பண்டைக் காலத்தில் செல்வத்துக்கு அளவு கோலாயிருந்தவை ஆடு மாடுகள். பொன்னை மனிதன் கண்ட பின், காலக்கிரமத்தில் இந்த நிலைமை மாறி, பொன்னே செல்வத்துக்கு அளவுகோலாக வந்தது. இப்படி வந்த பிறகுதான் தங்க நாணயங்களும் தோன்றின. செப்பு இரும்பு வெண்கலம் முதலிய உலோகங்கள் துருவும் களிம்பும் பிடித்தமையால், நாணயம் செய்வதற்கு ஏற்றனவாக இல்லை. தங்கத்துக்குப் போட்டியாக இருந்தது வெள்ளி யொன்றுதான்.

மின்னுவ தெல்லாம் பொன்னல்ல என்பது பழமொழி. அதை யொப்பவே, மின்னுகிற பொன்னெல்லாம் முழுமையும் பொன்னல்ல என்று சொல்லி விடலாம். தனித் தங்கம் அல்லது சுயமான தங்கமானது மிகவும் மிருதுவானது. ஆடகம், கிளிச்சிறை, சாதரூபம் சாம்புனதம் என இப்பொன் நால்வகை என்று நம் நாட்டில் சொல்வார்கள். இதன் மென்மை காரணமாக இது எந்த வேலைக்கும் தக்கதன்று. ஆகவே வேறு உலோகங்களை இதனுடன் கலந்து பொன்னைக் கடினமாக்கித்தான் எந்த வேலைக்கும் உபயோகிப்பார்கள். சுயமான பொன்னை நம்முடைய கணக்குப்படி பத்தரை மாற்றுப் பொன் என்பார்கள். ஆங்கிலக்கணக்கில் இதையே 24 காரட்டு என்பார்கள். இவ் விரண்டிலும் வேற்று உலோகம் கலப்பில்லை.

சுயமான பொன்னின் நிறம் நல்ல மஞ்சள். கலக்கும் உலோகத்துக்குத் தக்கபடி நிறம் மாறுபடும். செம்பு கலந்தால் செந்நிறமும் வெள்ளி கலந்தால் வெண்ணிறமும் உண்டாகும். 24 காரட்டுகள் என்ருல், பொன்னின் காரட்டுகள் இருபத்து நான்கும் பொன்னே என்று பொருள்படும். காரட்டு என்பது இருபத்து நாலில் ஒரு பகுதி. சாதாரணமாயுள்ள பிரிட்டிஷ் சவரன் என்பது 22

காரட்டு. அதாவது, அதில் 22 பங்கு தங்கமும் 2 பங்கு செம்பும் உள்ளன. சுயப் பொன்னை விட இச் சவரன் செந்நிறம் பெற்றிருப்பதற்குக் காரணம், இச் செம்புக் கலப்புத்தான். இதைக் கலந்தால், நாணயம் வளையாமலும் நகை வேலைக்குப் பொன் உறுதியுடையதாயு மிருக்கும். இங்கிலாந்தில், கலியாண மோதிரங்கள் முதலிய நகைகளுக்குச் செய்யும் கலப்பு வேறு வகை; இது 18 காரட்டு; பொன் 18 பங்கு, செம்பு 3 பங்கு, வெள்ளி 1 பங்கு; இதனால் நகை உறுதியோடிருக்கும். வெள்ளி சேர்வதனால், செம்பினால் உண்டாகும் செந்நிறமும் எடுபட்டுப் போகிறது. குறைந்த பொன்னுடையது 9 காரட்டு; மிச்சம் 15 காரட்டும் செம்பும் வெள்ளியும் தக்க வீதப்படி சேர்ந்தவை. தொழில் முறையிலும், வேறு வியாபார முறைகளிலும், துத்தநாகம் நிக்கெல் காட்மியம் என்ற உலோகங்களைக் கலப்பதுண்டு. 14 காரட்டு என்பது பௌண்டன்பேனா நிப்புக்கென்றே உபயோகிக்கும் தனிக் கலப்பு; இதனால் நிப்புகளைச் செய்து முனையில் மட்டும், கூர்மை தேயாதிருப்பதற்காக இரிடியம் என்ற உலோகத்தை வைப்பார்கள்.

பிளாட்டினம் என்ற உலோகத்தாலும் நகைகள் செய்வது மேலை நாட்டில் வழக்கம். சென்ற யுத்தத்தின்போது, பிளாட்டினம் வைத்தியத் தொழிலில் வேண்டி யிருந்தமையால், நகைகள் செய்யக் கிடைக்கவில்லை. அதனால், அக் காலத்தில் 'வெண் பொன்' என்ற புதுக் கலப்புப் பொன்னைச் செய்து நகைபண்ண உபயோகித்தார்கள். பொன்னில் நிக்கெல் அல்லது பல்லேடியம் என்ற உலோகத்தைக் கலந்தால், இது பொன்னின் பொன்னிறத்தை எடுத்து விடுகிறது; பார்வைக்குப் பிளாட்டினம் போன்ற தோற்றத்தைத் தருகிறது. 'ரோல்ட் கோல்ட்' என்ற கலப்புப் பொன் மற்றொரு வகை. இது கெட்டிப் பொன் அல்ல: உட்புறம் பித்தளை, மேலே பொன் தகடு போர்த்தி யுள்ளது அல்லது சுருட்டியுள்ளது என்று இதைச் சொல்லலாம். (ரோல்—சுருள்.)

உலகத்திலுள்ள பொன்னெல்லாம் சேர்ந்து 13251 கோடி ரூபாய் மதிப்புடைய தென்று யுத்த காலத்துக்கு

மூன் கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். ருஷ்யாவில் உள்ள பொன் இவ்வளவென்று வெளியே தெரியாதானபடியால், இந்தக் கணக்கில் ருஷ்யக் கணக்கு உத்தேசமாய்த்தான் சேர்க்கப் பட்டிருக்கிறது. பொதுவாக இந்தப் பொன், நாடுகளெங்கும் மூன்று ரூபத்தில் இருந்து வருகிறது. ஒன்று செலாவணியிலுள்ள பொன்; அதாவது நாணயமாகவும், சர்க்காரிடமும் பாங்கிகளிடமும் தங்கக் கட்டிகளாய்க் கையிருப்பிலும் உள்ளது. இரண்டு, கைத் தொழில்களில் உபயோகப்படுவது. மூன்று, தனி மனிதர்கள் வசம் சேர்த்து வைக்கப் பெற்றிருப்பதும், நகைகள் ரூபத்தில் உள்ளதும். உலகத்திலுள்ள தங்கத்தில் மிகப் பெரும் பகுதி அமெரிக்காவில்தான் இருக்கிறது. உதாரணமாக, மேற் சொன்ன வகைகளில் இரண்டு மூன்றில் இருப்பவை ஒரு புறமிருக்க, முதல் வகையில் அமெரிக்காவில் இருப்பது மட்டும், யுத்த காலத்துக்கு முன், $6823\frac{1}{4}$ கோடி ரூபாய் மதிப்பு என்று கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். கைத் தொழில் களில் உபயோகித்துள்ள தங்கம் 3750 கோடி ரூபாய் மதிப்புடையதென்றும், இந்தியாவில் நகைகளாயும் பிற வகையிலும் உள்ள தங்கம் சுமார் 1500 கோடி ரூபாய் மதிப்புடையதென்றும் சொல்கிறார்கள். நாணயமாகவும் பாங்கி இருப்பாகவும் உள்ள மொத்தத் தங்கம் 7237 கோடி ரூபாய் தானும். இந்த யுத்தத்தின் பிறகு, தங்கமே நாணயத்துக்கு அளவுகோலாக இருந்து வருமா என்பது பற்றி மேல்நாட்டு அறிஞர்களுக்கிடையே அபிப்பிராய பேதமிருந்து வருகிறது. இருந்தாலும், மக்கள் மனத்தி லுள்ள பொன்னாசையைப் போக்கிச்செல்வத்துக்கு அளவு கோலாக வேறொன்றைக் கொள்வது அவ்வளவு எளிதான காரியமன்று.

இங்ஙனமாக, பொன் ஓர் அடையாளப் பொருளாக உபயோகப்படுகிறதே யல்லாமல், அதுவே எதற்கும் பயன்படுவதில்லை. உதாரணமாக ஒரு கத்தியாகவோ மண் வெட்டியாகவோ, வண்டிச் சக்கரமாகவோ, அச்சாகவோ, ஆணியாகவோ, திருகாகவோ, பொன் உபயோகப்படுவதில்லை. இதற்கெல்லாம் இரும்பையும் செம்பை யும் பிறவற்றையும் தான் உபயோகிக்கிறோம். ஆயினும்,

பொன்னின் ஒளி முதலியவற்றைக் கண்டு அதனிடம் ஈடுபட்ட மனிதன், அதை எவ்விதமாகவேனும் உபயோகிக்க எண்ணி, நகை செய்யும் பழக்கத்தை உண்டுபண்ணிக் கொண்டான். மனிதன் பொன்னைக் கண்ட காலம் முதற் கொண்டே நகையும் தோன்றிவிட்டது. பொன்னை உருக்கிக் கம்பியாக இழுத்தும் தகடாக அடித்தும் நகைகள் செய்யப் பெற்றன. ஆதியில் தகடாக அடிக்கும் வேலையெல்லாம் கையால்தான் செய்யப் பெற்றது. இப்போது யந்திரங்கள் இவ்வேலையைச் செய்கின்றன.

இரண்டு லட்சம் தகடுகள் ஒன்றாய்ச் சேர்ந்தால் ஓரங்குலக் கனம் இருக்கக்கூடியபடி அவ்வளவு மெல்லிய தகடுகள் இப்போது செய்ய முடியும். சாதாரணமாய்ச் செய்யும் தகடுகள் இவ்வளவு மெல்லியனவாய் இருப்பதில்லை. ஓரங்குலப் பருமனுக்கு 1600 தகடுகள் வரும்படி செய்யப் பெறுகின்றன. மெல்லிய தங்கத் தகடு பார்வைக்கு ஓரளவு கண்ணாடிபோ லுள்ளது; தனக்கு அப்பாலுள்ள பொருள்களைக் காட்டக்கூடியது. இதன் வழியே வரும் ஒளி பச்சை நிறமுடையதா யிருக்கும். தகடுகளைக் கோவில் விமானத்தின் மேற்புறத்தில் வேய்வது நம் நாட்டில் புராதனப் பழக்கம். சிதம்பரத்தில் சிற்றம்பலம், பேரம்பலம் முதலிய நடராஜ சபைகள் ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே சோழ மன்னர்களால் பொன் வேயப்பட்டன. ஸ்ரீரங்கம் விமானமும் அவர்களால் பொன் வேயப்பெற்றுள்ளது. இவை இன்னும் தம் பொன்னொளி மங்காமல் இருக்கின்றன. கலப்பில்லாத சுயமான தங்கத்தால் இவை செய்யப் பெற்றுள்ளமையால், காற்று, மழை முதலியவற்றால் எவ்விதத்திலும் கெடவில்லை.

பொன்னுடை நம் நாட்டில் எவ்வளவோ காலமாக இருந்து வருகிறது. பொன்னுடை என்பது பொன் சரிகையாலான ஆடை. மிக மிக மெல்லிய கம்பியாகப் பொன்னை இழுக்கக்கூடு மாதலால், சரிகை வேலைக்குப் பொன் ஏற்றதா யிருக்கிறது. மெல்லிய உறுதியான பட்டு நூலில் பொன் இழையைச் சுற்றி இச் சரிகை நூல் செய்யப் பெறுகிறது.

வேறு எத்தனையோ வகைகளில் பொன் இன்று உபயோகமாகிறது. திராவகத்தில் இது எளிதில் கரையாததாலால், இரசாயன ஆராய்ச்சிக்கு வேண்டிய சில பாத்திரங்கள் முதலியன செய்யப் பொன்னை உபயோகிக்கிறார்கள். பேனா நிப்புக்கும் மூக்குக் கண்ணாடிக்கும் பல் கட்டவும் பொன் உபயோகமாவதை நாம் அறிவோம். புகைப்படம் சம்பந்தமான இரசாயனப் பொருள்களுக்கும் பொன் பயன்படுகிறது.

இயற்கையிலே தனித் தங்கமாகப் பொன் கிடைப்பது மிகவும் அருமை. ஆற்று வண்டல் மண்ணிலே பொன் கிடைத்து வந்த தென்று சொல்கிறார்கள். காவேரிப் பொன் என்று பழமொழியாக நாட்டு வழக்கிலே சொல் வதையும் நாம் பார்த்திருக்கிறோம். இப்படிக் கிடைக்கும் பொன்னில் பெரும்பான்மையும் வெள்ளி கலந்தே யிருக்கும்; சிறுபான்மை மற்ற உலோகங்கள் கலந்திருப்பதும் உண்டு; அபூர்வமாக, பாதரசத்தோடு கலந்து கிடைப்பதுமுண்டு.

இயற்கைப் பொன்னுக்கு அடுத்தபடியாகச் சொல்லத் தக்கது, தங்கத் தெல்லூரைடு என்ற இயற்கைத் தாது. பொன்னும் வெள்ளியும தெல்லூரியம் என்ற உலோகமும் ஒன்றாய்க் கூடினதே இந்தத் தாது. இதில் நூற்றுக்கு 43 பங்கு பொன் இருக்கிறது; தவிர, செம்பு காரியம் துத்தநாகம் ஆகிய உலோகங்களின் தாதுக்கள் சிலவற்றிலிருந்து உலோகத்தைப் பிரித்தெடுக்கும்போது, தங்கமும் சில சமயம் கிடைக்கிறது.

பொன் எளிதில் கரையாததாயும் அதிகப் பளுவுடையதாயும் இருக்கிறபடியால், ஆற்றில் அடித்துக்கொண்டு வரும்போது, கப்பியைக் கண்ட இடத்தில் அதில் அப்படி அப்படியே படிந்துவிடுகிறது முன்னெல்லாம் உலகத்தில் கிடைத்த பொன்னில ஐந்திலொரு பங்கு இப்படிப்பட்ட கப்பி (கிராவல்) மண்ணிலிருந்து கிடைத்தது. இப்படியாக வந்து மேலும்மேலும் படிந்த கப்பியில், பொன்னானது படலம் படலமாகச் சேர்ந்துகொண்டே வருவதுண்டு. வெள்ளியும் கலந்தே வந்தபோதிலும் கூட, இது பொன்னை விட லேசானபடியால், தங்காமல் பொன்னை விட்டுப்

பிரிந்து போய்விடுகிறது. இவ்வாறு தங்கிய பொன் சாதாரணமாய் மிகக் குறைவாகத்தான் இருக்கும். பார்வைக்குப் பொன்னொளி மட்டு மிருக்குமேயன்றி, கைக்குப் பொன் கிடைக்காமலே போய்விடவும் கூடும். சில சமயங்களில்தான் இப்பொன் மேலும் மேலும் ஒன்ருய்த் திரண்டு ஒரே தொகுதி அல்லது கட்டியாவ துண்டு. சில கட்டிகள் 200 பவுண்ட் எடை யிருந்திருக் கின்றன. ஆஸ்திரேலியாவில் பல்லாரட் என்ற இடத்தில் 1869 ல் கிடைத்த கட்டியொன்று 2268 அவுன்ஸ் எடை இருந்ததாம்; இதன் மதிப்பு 10,000 பவுன். வட அமெரிக் காவின் வட மேற்குக் கோடியிலுள்ள அலாஸ்கா என்ற நாட்டில் கிளாண்டைக் என்னுமிடத்தில் கிடைத்த பெரிய கட்டி 85 அவுன்ஸ் எடை இருந்தது.

சுரங்கத்திலிருந்து எடுக்கும் தங்கம் தான் இப்போது அதிகம். பெரும்பான்மையும் சுரங்கங்கள் மிக்க ஆழம் தோண்டவேண்டி யிருக்கும். சிறுபான்மைதான் மேல் மட்டத்தில் கிடைக்கும். அலாஸ்காவில் ஓரிடத்தில் கடற் கரை யோரத்தில் மேல் மட்டத்தில் பொன் கிடைக்கிறது; மற்ருேரிடத்தில் 47 அடி, 70 அடி உயரத்தில் முன் கடல் இருந்து இப்போது ஒதுங்கிப் போய்விட்டது. இந்த இடத்தில் இவ்வளவு உயரத்திலும் இப்போது பொன் கிடைக்கிறதாம்.

பல்லாயிரக் கணக்கான வருஷங்களுக்கு முன்னே பாறைகள் உருகி, ஒரே கற் குழம்பாய் ஓடி உறைந்து போன காலத்தில், பொன் கலப்புள்ள பாறைகள் உறைந்து போயின. அவற்றின்மேல் கருங்கற் பாறைகள் உறைந்து போயின. பெரும்பான்மையான சுரங்கங்களில் கருங்கற்பாறைகளை உடைத்துக் கீழே போய் தேடித்தான் பொன் எடுக்கிருர்கள். மைசூரிலுள்ள கோலார் தங்க வயல்கள், கானடா, பிரேஸில் முதலான இடங்களில் காணப்படும் சுரங்கங்கள் இப்படிப்பட்டவை. இவை களில் தங்கமானது தொடர்ந்து நெடுநாள் வரை கிடைத்துக்கொண் டிருக்கிறது. சில இடங்களில் மேல் மட்டத்திலேயே தங்கம் கிடைக்கிறது. ஐக்கிய அமெரிக் காவிலுள்ள காலிபோர்னியா நிவாடா கொலொராடோ

முதலிய பகுதிகளில் தங்கம் இந்த முறையில் கிடைத்தது. மிகவும் குறைவான காலத்தில் மிக அதிகமான தங்கம் இவைகளில் கிடைத்தது. உதாரணமாக, கொலொராடோ வில் கிரிப்பின் கிரீக் என்ற இடத்தில் சுருங்கிய எல்லைக்குள் சுமார் 40 லட்சம் பவுன் மதிப்புள்ள தங்கம் ஒரே வருஷத்தில் கிடைத்தது. அப்படியே நிவாடாவில் ஒரு வண்டி (ரெயில் டிரக்) ஏற்றக்கூடிய உலோகத்திலிருந்து சுமார் ஒன்றேகால் லட்சம் பவுன் விலை மதிப்புள்ள தங்கம் கிடைத்தது. ஆனால், இப்படிக் கிடைத்த தங்கம் மிகச் சீக்கிரத்திலேயே நின்று போயிற்று. நீண்ட காலம் தொடர்ந்து கிடைக்கவில்லை.

சுரங்கததில் கிடைக்கும் தங்கம் தாது ரூபத்தில் பார்க்கும்போது கண்ணுக்குத் தெரியுமென்பதில்லை. கற் பாறையில் கலந்திருக்கும்போது தங்க ரேகை ஓடி யிருப்பது கண்ணுக்குத் தெரியும். கந்தகத் தாதுக்களில் கலந்திருக்கும்போது தங்கமிருப்பது கண்ணுக்குப் புலப் படாது. தெல்லூரைடு என்ற தாதுவாகக் கிடைக்கும் போது, தங்கம் மற்ற உலோகங்களுடன் கலந்து மறைந்து விடுகிறது. தவிர, தங்கத் தாதுகளின் அளவும் இடத்துக்கு இடம் மாறுபடுகிறது. கந்தகத் தாதுக்களில், மிக நுண் ணியதாகிய தங்கத்துகள் கண்ணுக்குத் தெரியாம லிருக் கிறது. மிக்க சக்தி வாய்ந்த மைக்ராஸ்கோப் (நுண் நோக்கி) ஸ்வைத்துப் பார்த்தால்தான் இது தெரியும். சில முக்கியமான லாபகரமான சுரங்கங்களில் வேலை தொடங்கினோர், தங்களுக்குக் கிடைத்த தாதுக்களில் தங்கத்தைப் பார்த்ததே யில்லை! தென் ஆப்பிரிக்காவி லுள்ள டிரான்ஸ்வால் சுரங்கங்களில் தங்கம் கண்ணுக்குத் தெரிவதே யில்லை. ஆயினும், இவைகளி லிருந்து 200 கோடிப் பவுன் விலை மதிப்புள்ள தங்கம் கிடைத்திருக் கிறது. இவற்றில் சுமார் ஒன்றரை மைல் ஆழம்வரை, அதாவது 8500 அடி ஆழம்வரை, சென்று தங்கத்துக் காகத் தோண்டி யெடுக்கிறார்கள்.

நூறு வருஷத்துகுமுன், உலகமெங்கும் உற்பத்தியான தங்கம் சராசரி 20 லட்சம் அவுன்ஸ்; ஐம்பது வருஷத் துக்குமுன், 70 லட்சம் அவுன்ஸ்; 1930இல் 200 லட்சம்.

யுத்தத்துக்கு முந்திய ஐந்து வருஷங்களில் வருஷந்தோறும் சராசரி 325 லட்சம். 1940, 41, 42 ஆண்டுகளில் முறையே 405, 395, 360 லட்சம் அவுன்ஸ்.

சமீப காலத்தில் திடீரென்று ஏராளமாய்த் தங்கத்தைக் கண்டுபிடித்து உற்பத்தி செய்த தேசம் பிலிப்பைன் தீவுகள். ஜப்பான் இவற்றைப் பிடிக்குமுன் இங்கு சராசரி 10 லட்சம் அவுன்ஸ் தங்கம் வருஷமொன்றுக்குக் கிடைத்தது. ஆனால் பொதுவாக, ஏராளமான தங்கத்தை உற்பத்தி செய்யும் தேசம் தென்னாப்பிரிக்கா; இவ் விஷயத்தில்1904க்குப் பிறகு உலகத்திலேயே இத் தேசத்துக்குத் தான் முதல் ஸ்தானம்; வருஷந்தோறும் இன்றைய யுத்தத்துக்கு முன் இங்கு உற்பத்தியான தங்கம் 110 லட்சத் அவுன்ஸ். அடுத்தது ருஷ்யா - 50 லட்சத்துக்குக் குறைவு; கானடா 40 லட்சத்துக்கும் குறைவு; அமெரிக்காவும் அப்படியே 40 லட்சம்; ஆஸ்திரேலியா 10 லட்சத்துக்குக் கொஞ்சம் அதிகம்; ஜப்பான், பிலிப்பைன்ஸ் ஒவ்வொன்றும் 10 லட்சத்துக்குக் குறைவு. இந்தியா 3 லட்சம் அவுன்ஸுக்கும் குறைவு. உலகத்திலேயே பொன் விளையும் நாடுகளின் வரிசையில் இந்தியாவின் ஸ்தானம் பதினேலாவது.

ஆயினும், மேற்சொன்ன தேசங்கள் எவையும் பொன்னைக் காண்பதற்கு முன்னே, இந்தியா தேசத்தில் பொன் மிகுதியும் உபயோகத்திலிருந்தது. உபயோகத்திலிருந்த பொன்னின் மிகுதியைப் பார்த்தால், சுரங்க வேலை நம் நாட்டில் எவ்வளவு ஓங்கியிருக்க வேண்டுமென்பது தெரிகிறது. இக் காலத்தில் இந்தியாவிலுள்ள முக்கியமான சுரங்கங்கள் கோலாரிலுள்ளவை. இவற்றில் 1870க்குப் பிறகுதான் வேலை தொடங்கப் பெற்றது. 1940, 41, 42 ஆகிய ஆண்டுகளில் இங்கே கிடைத்த தங்கம் முறையே 269, 286, 260 ஆயிரம் அவுன்சுகளாகும். யுத்தத்துக்கு முந்திய பத்து வருஷங்களில் கோலாரில் கிடைத்த மொத்த தங்கத்தின் மதிப்பு, சுமார் 26 கோடியே 40 லட்சம் ரூபாய்.

இந்தப் பொன்னின் கதையே மிகவும் விசித்திரமாயிருக்கிறது.பொன்னை மனிதன் கண்ட அன்று தொடங்கிப்

பொன்னுசையும் தொடங்கி விட்டதென்று எண்ண வேண்டி யிருக்கிறது. இதன் பொருட்டு எவ்வளவோ கஷ்டப்பட்டு மனிதன் பொன்னைத் தேடுகிறான். ஏழைத் தொழிலாளி ஒருவன், தான் பெறும் அற்பக் கூலிக்காக, பூமிக்குள் 8000 அடி ஆழம்வரை, தன் உயிருக்கு வரக்கூடிய ஆபத்தையும் பொருட்படுத்தாமல் சென்று, உலோகத் தாதுக்களை வெட்டி எடுத்துக்கொண்டு வருகிறான். பூமி மட்டத்துக்கு வந்தபின், இந்த உலோகத் தாதுக்கள் சுரங்க ஆலைக்குப் போகின்றன. அங்கே இவற்றை உருக்கியும் காய்ச்சியும் எவ்வளவோ பக்குவப் படுத்தியபின், தனித் தங்கம் கிடைக்கிறது. இதை உருக்கி ஊற்றிப் பாளமாக்குகிறார்கள். இந்தப் பாளங்கள் எவ்வளவோ பந்தோபஸ்தின்மேல் ரயிலேற்றப்பட்டு, சர்க்கார் கஜானுவுக்கோ பாங்கிக்கோ செல்கின்றன. வியாபாரிகள் மூலமாகவும், தரகர் மூலமாகவும் இந்தத் தங்கம் அயல் நாடுகளுக்குச் செல்லுகிறது. அங்கே போய்ப் பெரிய பாங்கிகள் அல்லது சர்க்காருக்குச் சொந்தமான நிலவறைகளுக்குள் சென்று உறங்குகிறது. ஆகவே, பொன்னின் தேட்டமெல்லாம், மண்ணி லிருந்து பொன்னை எடுத்து மற்றோரிடத்தில் கொண்டு போய் புதைப்பதற்குத்தான்! இப்படிப் புதைப்பதற்குப் பொன் கிடைக்காத காரணத்தால், இன்றைய போரும், லட்சக்கணக்கான, கோடிக்கணக்கான மக்கட் கொலையும் விளைகின்றன.

நம்மவரொருவர் 'ஆட்கொல்லி' என்று பொன்னைச் சொல்லியது எவ்வளவு பொருத்தமா யிருக்கிறது!

30. வெள்ளி

உலோகங்களுக் குள்ளே பொன்னை அரசன், என்றால் வெள்ளியை அரசி என்று சொல்வது பொருந்தும். நவக்கிரகங்களுள் ஒன்றை (சுக்கிரன் அல்லது சுக்கிராசாரியர்) நாம் வெள்ளி என்று சொல்லுகிறோம். சிவபெருமான் வீற்றிருக்கிற திருக்கைலாய மலையையே வெள்ளிமலை என்கிறோம். எனவே, வெள்ளியை எவ்வளவு உயர்வாக நாம் மதிக்கிறோம் என்பது விளங்குகிறது.

மிகப் புராதனமான காலம் முதல், பொன்னுக்கு அடுத்தபடியாக நகைசெய்வதற்கு வெள்ளியே உபயோகமாகி வந்திருக்கிறது. பழங்காலத்தில், ஜெர்மனி அரேபியா போன்ற நாடுகளில், பொன்னைவிட வெள்ளியே உயர்வாக மதிக்கப் பெற்றிருந் திருக்கிறதாம். 17 ஆம் நூற்றாண்டு வரையில் ஜப்பான் தேசத்தில் பொன்னுக்கும் வெள்ளிக்கும் சம மதிப்பிருந்ததாம். ஆனால், இக்காலத்தில் உலகெங்குமே பொன்னைவிட வெள்ளியின் மதிப்பு மிகவும் குறைந்து போய்விட்டது. இதன் காரணம், வெள்ளி இப்போது முன்னிலும் பார்க்க ஏராளமாய் உற்பத்திசெய்யப் பெறுவதாகும். செம்பு, துத்தநாகம், காரீயம் முதலிய உலோகச் சுரங்கங்களிலிருந்துதான் வெள்ளியும் பெரும்பாலும் கிடைக்கிறது. நாகரிக முதிர்ச்சியாலும் போர்களின் விளைவாகவும், இந்த உலோகங்கள் அதிகமாய் வேண்டி யிருக்கின்றன. இவற்றை உற்பத்தி செய்யும் போது, கூடவே வெள்ளியும் கிடைக்கிறது. உற்பத்தி அதிகமாக ஆக, விலை குறைகிறது.

ஐந்நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்னே பொன் விலை வெள்ளியைப் போல் பத்து மடங்கு; நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்னே, பதினாறு மடங்கு; ஐம்பது ஆண்டுகளுக்கு முன்னே, முப்பத்து மூன்று மடங்கு; இன்றோ, சுமார் நூறு மடங்கு!

பணக்காரன் என்பதைக் குறிக்க ஆங்கிலத்தில் ஒரு பழமொழி யுண்டு: 'பிறக்கும்போதே வாயில் வெள்ளிக் கரண்டியோடு பிறந்தவன்' என்று சொல்வார்கள்.

வெள்ளிச் சாமான்கள் ஒரு காலத்தில் எவ்வளவு விலை யுயர்ந்தனவா யிருந்தன என்பதையே இது காட்டுகிறது.

அமெரிக்காக் கண்டம் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நாளாக வெள்ளி உற்பத்தி பெருகியிருக்கிறது. வட அமெரிக்காவி லுள்ள மெக்ஸிகோ தேசத்தில் ஒரு சமயம் வெறும் வெள்ளியாகவே ஒரு டன் எடைக்கு மேற்பட்ட கட்டி கள் கிடைத்தன. அமெரிக்கா மாகாணங்கள் ஒன்றில், சென்ற நூற்றாண்டில் மூன்று வருஷங்களுக் கிடையில் ஒரே சுரங்கத்திலிருந்து சுமார் 2 கோடிப் பவுன் விலை மதிப்புள்ள வெள்ளி கிடைத்ததாம்.

வெள்ளியானது, இயற்கையிலே தனித்த நிலை யிலும், உலோகத் தாதுக்களோடு கூடியும் காணப்படு கிறது. எலெக்ட்ரம் என்ற தாதுவில் பொன்னோடு கலந் திருக்கிறது; பல தங்கத்தெல்லூரைடுகளிலும் கூடியிருக் கிறது. தங்கத் தாதுக்களைக் காய்ச்சித் தங்கத்தைப் பிரிக்கும் போது அவற்றில் கலந்துள்ள வெள்ளியும் பிரிபடுகிறது. தென் ஆப்பிரிக்காவிலுள்ள சிறந்த தங்கச் சுரங்கங்களி லிருந்து கிடைக்கும் தங்கத்தோடு, பத்திலொரு பங்கு வெள்ளியும் கூடவே கிடைக்கிறது.

அதிகமாக வெள்ளி தருகின்ற தாது, வெள்ளியும் கந்தகமும் கூடிய வெள்ளி ஸல்பைடு என்பது. இது காரீயம் எடுக்கும் தாதுக்களில் தவறாமல் கலந்தே காணப்படுகிறது. மற்றொரு முக்கிய தாது வெள்ளிக் குளோரைடு. காரீயம், துத்தநாகம், செம்பு ஆகிய உலோகங்கள் எடுக்கும்போது வெள்ளியும் கிடைப்பதோடன்றி, கோபால்ட், நிக்கெல் என்ற உலோகங்கள் எடுக்கும்போதும் வெள்ளி கிடைக் கிறது.

உலகத்தில் இன்று புதிதாய்க் கிடைக்கும் வெள்ளியில் முக்காற் பங்குக்குமேல் வட அமெரிக்கா, தென் அமெ ரிக்காக்கண்டங்களிலுள்ள மலைச்சாரல்களிலிருக்கும் சுரங் கங்களி லிருந்துதான் கிடைக்கிறது. இந்த யுத்தத்துக்கு முந்திய ஐந்து வருஷங்களில், உலகமெங்கும் சராசரி வருஷ மொன்றுக்கு 2416 லட்சம் அவுன்ஸ் எடையுள்ள வெள்ளி புதிதாய் எடுக்கப்பட்டு வந்தது. இதில் மெக்ஸிகோ தேசம் 800 லட்சத்துக்குக் கொஞ்சம் குறைவு;

அமெரிக்கா 550 லட்சம்; கானடா 200 லட்சத்துக்குக் கொஞ்சம் குறைவு; பெருதேசம் 150 லட்சத்துக்கு அதிகம்; ஆஸ்திரேலியா 100 லட்சத்துக்கு அதிகம்; ருஷ்யா 50 லட்சத்துக்குக் கொஞ்சம் அதிகம்; பர்மா ஜெர்மனி பொலிவியா ஜப்பான் ஆகியவை ஒவ்வொன்றிலும் உற்பத்தி 50 முதல் 100 லட்சம்வரை யிருக்கும். பர்மாவில் வெள்ளி மிகுதியாய்க் கிடைக்கிறது. இந்திய நாணயம் அச்சடிக்க உதவியது இவ் வெள்ளியே ஆகும். அனந்தப்பூர், கோலார் ஆகிய சுரங்கங்களிலும் சொற்ப வெள்ளி கிடைக்கிறது.

நாணயச் செலாவணியில் உபயோகப்படுவதுதான் இன்று வெள்ளிக்குள்ள முதன்மையான உபயோகம். 1941 ஆம் வருஷத் தொடக்கத்தில் உலகெங்கும் செலாவணியில் இருந்த வெள்ளியின் மதிப்பு சுமார் 600 கோடி அவுன்ஸ் எடை என்று கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். நகையாகவும் பிற வகையிலும், சீனம் இந்தியா ஆகிய நாடுகளில் முடக்கப்பட்டுள்ள வெள்ளிக்குக் கணக்கே அகப்படவில்லை யென்று சொல்கிறார்கள்.

கைத்தொழில் ஆராய்ச்சியாளர்கள், நாணயமாகவும் நகையாகவும் வெள்ளியை முடக்கி வைப்பது வீண் என்றும், எத்தனையோ தொழில்களுக்கு வெள்ளியானது லாபகரமாக உபயோகப்படக் கூடுமென்றும் சொல்கிறார்கள். இதை எண்ணி, அமெரிக்க அரசாங்கமானது இந்த யுத்தம் தொடங்கிய பிறகு, தன் பொக்கிஷத்திலுள்ள வெள்ளியில் 40,000 டன் எடையுள்ள வெள்ளியை அலுமினியம் உற்பத்தி செய்வது போன்ற யுத்தசம்பந்தமான பலவகைத் தொழில்களுக்கு உபயோகமாவதற்காகக் கடன் கொடுத்திருக்கிறதாம்.

சுத்தமான தங்கத்தைப் போல, சுத்தமான வெள்ளியும் மிக்க மென்மையானது. நாணயத்துக்கு உபயோகப்படாது. பெரும்பான்மையும் செம்பு கலந்தே இதை நாணயம் செய்ய உபயோகிக்கிறார்கள்; நூற்றுக்கு 40 பங்கு செம்பும், 5 பங்கு நிக்கெல் 5 பங்கு துத்தநாகமும கலந்திருக்கும். சீமையில், நகை தாம்பாளம் முதலியவற்றில் $92\frac{1}{2}$ பங்கு வெள்ளியும் $7\frac{1}{2}$ பங்கு செம்பும் கலக்கிறார்கள்.

உலகத்திலுள்ள வெள்ளியில் கால் பங்கு தொழில்களுக்கு உபயோகமாகிறது. ஒரு கிராம் எடையுள்ள சுத்த வெள்ளியை 1 மைல் நீளமுள்ள கம்பியாக இழுக்கலாம். மெல்லிய தகடாக அடித்தால் ஓர் அங்குலக் கனத்துக்கு 4000 தகடு வரும்படி செய்யலாமாம். கொஞ்சம் செம்பு சேர்த்து விட்டால், அது வெள்ளி வெடிக்காமலிருக்க உதவுகிறது; அதிக உறுதி பெறவும் செய்கிறது. மின்சார உதவியால், வெள்ளி முலாம் பூசலாம். நிக்கெலும் செம்பும் துத்தநாகமும் கலந்த உலோகம்தான் 'நிக்கெல் ஸில்வர்' என்பது; இதில் வெள்ளி இல்லை.

சாதாரணமாய் வெள்ளியின் நிறம் மங்காது, கறுக்காது, துருப்பிடிக்காது. இதனால் சாராயத் தொழில், புட்டிப் பால் செய்யும் தொழில், உணவுப் பொருள்கள் செய்யும் தொழில் போன்றவை பலவற்றுக்கு வேண்டிய பாத்திரங்களிலும் தொட்டிகளிலும் உட்புறம் வெள்ளியே உபயோகிக்கப் பெறுகிறது. ஆயினும், கந்தக வாயு பட்டால் வெள்ளி கறுத்துவிடும்; இதனால்தான் பெரிய தொழிற்சாலைகளுள்ள நகரங்களில், வெள்ளிப் பாத்திரங்கள் அதிகமாய்க் கறுத்துப் போகின்றன; கிராமங்களில் கறுப்பதில்லை. தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளிப்படும் புகையில் கந்தக வாயுக்கள் இருக்கும். இவை காற்றில் சொற்ப அளவில் கலந்து கொள்ளும். இவை பட்டே வெள்ளிப் பாத்திரங்கள் கறுக்கின்றன. முட்டையிலுள்ள மஞ்சள் கருவிலடங்கிய கந்தகம் பட்டதும், வெள்ளிக் கரண்டி முதலியவை கறுத்துப் போவதும், இது காரணமாகத்தான். வெள்ளி கந்தகத்தோடு கூடி வெள்ளி ஸல்பைடு ஆகிறது; இதுவே கறுப்பு நிறமுள்ள இந்தக் கறையாகும்.

புகைப்படத் தொழிலில் வெள்ளிக்கு அதிக உபயோகமுண்டு. வெள்ளி புரோமைடு என்ற உப்பு சிறிது வெளிச்சம் பட்டாலும் மாறுதலடையும். இதனால் இது புகைப்படமெடுக்க உதவுகிறது. எனவே, இன்றைய பிலிம் தொழிலில் இதற்கு உபயோகம் அதிகமென்பது சொல்ல வேண்டியதில்லை. ஒளி பதியக்கூடிய காகிதம், கண்ணாடி,

பிலிம் ஆகிய யாவுக்கும் வெள்ளி கூடிய இவ்வகைப் பொருள்கள் ஏராளமாய் வேண்டியிருக்கின்றன.

வெள்ளி-நைட்ரேட் முதலான பலவகை உப்புக்கள் மருத்துவத் தொழிலில் உபயோகமாகின்றன. பற்ற வைப்புக்கள், வெள்ளி பூசிய முகம் பார்க்கும் கண்ணாடி, பல் கட்டிட வேலை, ரெப்ரிஜெரேடர் (குளிரவைக்கும் சாதனம்), விமானம் செய்யும் வேலை முதலிய பலவகைத் தொழில்களிலும் இன்று வெள்ளி அளவில்லாமல் உபயோகமாகிறது. கண்ணாடித் தொழிலில் கண்ணாடிக்கு மஞ்சள் நிறம் கொடுக்க வெள்ளியின் ஆக்ஸைடு உப்பு வேண்டியிருக்கிறது. மின்சாரத்தையும் உஷ்ணத்தையும் ஏற்றுச் செலுத்தவல்ல பொருள்களில் தலைசிறந்தது வெள்ளி; எனவே, இவ்வகையில் இதற்குள்ள உபயோகத்துக்கு அளவில்லை.

நமது நாட்டில் எத்தனையோ நூற்றாண்டுகளாக வெள்ளியை உபயோகித்து வந்திருக்கிறார்கள். வெள்ளி நகைகள், வெள்ளிச் சரிகை, வெள்ளி விளக்கு, வெள்ளிப் பாத்திரங்கள், வெள்ளிப் பெட்டி—இவை எப்போது தோன்றின என்று கூற முடியுமா? வெள்ளித் தமளர் இல்லாவிட்டால், வீட்டுக்கு வரும் மாப்பிள்ளைக்கும் நண்பருக்கும் காப்பி கொடுக்க முடியுமா? வெள்ளி வெற்றிலைப் பெட்டி இல்லாவிட்டால், நான்கு பேருக்கு மத்தியில் வெற்றிலை பாக்குக்கடை விரிக்க முடியுமா? வெள்ளி இல்லாமல் எப்படி பொடி டப்பியையோ சிகரெட் கேசையோ இரவல் நீட்ட முடியும்? கோயிலிலுள்ள விக்கிரகங்களுக்குக் கவசம் செய்து சாத்த முடியுமா? அல்லது ஒரு கையோ காலோ, முகமோ, ஒரு கிளியோ செய்துவைக்க முடியுமா?

31. பாதரசம்

மிகவும் பழங்காலம் முதற்கொண்டு நம் நாட்டில் உபயோகத்திலிருந்து வந்த உலோகம் பாதரசம்; இரசம் என்றே இது சொல்லப் பெறும். கீழ்த்தர உலோகங்களான செம்பு ஈயம் இரும்பு முதலியவற்றுடன் பாதரசத்தையும் வேறு மூலிகைகளையும் கலந்து பொன் ஆக்கி விட முடியும் என்று பண்டைய மக்கள் நம்பினார்கள். இது ஒரு கலையாகவே கொள்ளப்பட்டிருந்தது இரசத்தைச் சேர்ப்பதனாலே இந்தக் 'கலை' இரசவாதம் என்ற பெயரும் பெற்றது.

உலோகம் என்ற மாத்திரத்தில், கட்டியாயிருக்கும் என்றுதான் நாம் நினைப்போம். இது பொது விதி. இதற்கு விலக்கானது பாதரசம். சாதாரண உஷ்ண நிலையில், இது திரவ ரூபமாயிருக்கும். வெள்ளியைப் போன்ற பளபளப்புடையது ; பொன்போன்ற சில உலோகங்கள் நீங்கலாக, மற்றெல்லா உலோகங்களையும்விட அதிகமும் கனமானது. வெள்ளி போலிருப்பதாலும் திரவ ரூபமாய் ஓடுவதாலும் இதற்குக் குவிக்—ஸில்வர் என்று ஆங்கிலத்தில் ஒரு பெயர் உண்டு. (குவிக்-விரைவு, ஸில்வர்-வெள்ளி.) பண்டைய கிரேக்கர்களுடைய தெய்வங்களிடையே தேவ தூதனாயிருந்த தெய்வத்துக்குப் பெயர் மெர்குரி (அல்லது பாதரசம்); இதுவே புதன் என்னும் கிரகமுமாகும்.

பாதரசமானது சிறு சிறு துளிகளாக இயற்கையில் சில இடங்களில் அபூர்வமாய்க் கிடைக்கிறது. பெரும் அளவில் கிடைப்பது சிவப்பு ஸல்படைடு என்ற உப்பு உருவத்தில் தான் ; இச்சிவப்பு ஸல்பைடு என்பது சாதிலிங்கச் சத்து. இதில் ஏறக்குறைய முக்காலே அரைக்கால் பங்கு பாதரசம் அடங்கியுள்ளது. எரிமலைப் பிரதேசங்களிலுள்ள வெந்நீர் ஊற்றுக்களில் சாதிலிங்கச் சரக்கு கிடைக்கிறது. இது அதிகமாகக் கிடைக்கிற தேசங்கள் ஸ்பெயினும் இத்தாலியும். பூமிக்கு அடியில் 1300 அடி வரையில் சுரங்கத்துக்குள் சென்று சாதிலிங்கம் எடுக்கிறார்கள். அமெரிக்க மாகாணங்களிலொன்றாகிய கலிபோர்னியாவில் 1850 ஆம்

வருஷத்திலிருந்து சாதிலிங்கச் சரக்கு கிடைத்து வந்தது. இதில், மூன்றிலொரு பங்கு பாதரசம் அடங்கியிருந்தது. ஆனால் இச்சுரங்கம் இப்போது அனேகமாய் வற்றி விட்டது. ருஷ்யாவிலும் மெக்ஸிகோ பெரு முதலிய நாடுகளிலும் சிறிதளவு பாதரசம் எடுக்கப்படுகிறது.

இந்த யுத்தம் தொடங்குவதற்கு முந்திய ஐந்து வருஷங்களில் உலகெங்கும் கிடைத்த பாதரசம் வருஷமொன்றுக்குச் சராசரி 3,950 டன், இதில் இத்தாலி மட்டும் 1500க்குக் கொஞ்சம் குறைவு ஸ்பெயின் 1250 க்குச் சற்று குறைவு; அமெரிக்கா 500 க்குக் கொஞ்சம் அதிகம்; ருஷ்யா 250 க்குக் கூட; மெக்ஸிகோ 250 க்குக் குறைய; செக்கோஸ்லோவகியா சீனு முதலியன 100 க்குக் குறைய.

நல்ல தேனிரும்பினல் செய்த பெட்டிகளில் அடைத்துப் பாதரசத்தைக் கப்பலேற்றி விற்பனை செய்கிருர்கள் ஒரு பெட்டி 76 பவுண்ட் பாதரசம் கொண்டது. 1941 மே மாதம் இதன் விலை சுமார் 750 ரூபாயாயிருந்தது.

சாதிலிங்கத்தைக் காற்ருேடு சம்பந்தப் படுத்திக் காய்ச்சினல் அதிலுள்ள கந்தகம் காற்றிலுள்ள பிராண வாயுவுடன் கலந்து ஸல்பர் டயாக்ஸைடு என்ற வாயுவாகப் போய்விடவே, பாதரசம் மட்டும் மிச்சமாக நிற்கிறது.

இந்த யுத்தத்துக்கு மிகவும் அவசியமான சில உலோகங்களில் பாதரசமும் ஒன்று. வெடி மருந்துகளை வெடிக்க வைப்பதற்கு உபயோகிக்கப்படும் முக்கிய இரசாயனச் சரக்கு மெர்குரி-பல்மினேட் என்பது. இதற்குப் பாதரசம் மிகவும் தேவையானது என்பது தெளிவு (மெர்குரி-பாதரசம்).

தங்கத் தாதுக்களி லிருந்து தங்கத்தை எடுக்கப் பாதரசம் பெரிதும் உபயோகப்படுகிறது. தங்கம் வெள்ளி ஈயம் ஆகிய உலோகங்கள் பாதரசத்துடன் ஒன்ருகச் சேர்ந்து ஒருவகைக் கலப்புலோகமாகிவிடும். பள்ளிக்கூடத்திலுள்ள இரசாயனச் சோதனைச் சாலைகளில் (லபாரட்டரிகளில்) பயின்ற பிள்ளைகள் இவ் வியல்பை அறிவார்கள். முன்னெல்லாம் மாணவர்கள் கையில் காப்பு, மோதிரம் முதலியன போட்டிருப்பார்கள், பிள்ளைகள்

கையில் போட்டிருக்கும் காப்பு மோதிரம் முதலியவற்றில் பாதரசம் பட்டால், பட்ட இடம் வெள்ளையாகி விடுவதைப் பார்த்திருப்பார்கள். தங்கமும் ரசமும் ஒன்ருய்க் கலந்துகொள்வதனுல் இப்படி யாகிறது. இதை நன்ருக நெருப்பில் காய்ச்சினுல், பாதரசம், ஆவியாகப் போய் விடுகிறது; தங்கம் முன்னைய பொன்னிறத்தை யடைகிறது.

தங்கத்துளடங்கிய பாறை முதலிய தாதுக்களைப் பொடித்து மாவாக்கி ரசத்தோடு கலந்து குழைக்கும் போது, தூளும் ரசமும் கலந்து ஒரு கலப்புலோகப் பசை போலாகிறது. இதைத் தனியே மண்ணைவிட்டுப் பிரித்தெடுப்பது எளிது. இதை எடுத்துக் காய்ச்சுகிருர்கள். காய்ச்சி, பாதரச ஆவி தனியே வரும்போது, அதைத் தனியே பிடித்துக் கொள்ளுகிருர்கள். தங்கம் அல்லது வெள்ளி மட்டும் எஞ்சி நிற்கிறது.

சென்ற ஐம்பது அறுபது ஆண்டுகளில் பாதரச உற்பத்தி மற்ற உலோகங்களைப்போல விசேஷமாக அதிகரிக்கவில்லை. இன்று கிடைக்கக்கூடிய ரசத்தில் மூன்றில் ஒரு பங்குதான் உலோகமாகவே உபயோகப்படுகிறது. மிச்சமுள்ள இரண்டு பங்கு இரசாயனக் கூட்டுப் பொருளாக (அல்லது உப்பாக) - உதாரணமாக, சவ்வீரம், ரசகற்பூரம், சாதிலிங்கம், ரச பஸ்பம் என்ற ரூபத்தில்-பயன்படுகிறது.

பாதரசம் உலோகமாகவே உபயோகப்படுவது மின்சாரத் தொழிலில். ஊதா நிற வெளிச்சம் தருகிற பாதரச மின்சார விளக்குக்களை நகரங்களில் நாம் இப்போது பார்த்திருக்கிருேம். கடைகளிலும் வீடுகளிலும் உணவைக் குளிரவைப்பதற்கு உபயோகப்படும் ரெப்ரிஜெரேடர் என்ற கருவியில் மின்சாரத்தை இணைத்துக்கொள்வதற்கான ஸ்விட்சாக உபயோகப்படுவது பாதரசந்தான். தெர்மாமீடர் (உஷ்ணமானி) பாராமீடர் (வாயுமானி) போன்ற கருவிகளில் உபயோகமாவதும் பாதரசமே. தங்கம் வெள்ளி ஈயம் முதலியன இதில் கரைந்து விடுகிறபடியால், பல்கட்டும் தொழிலிலும் இதற்கு உபயோகம் அதிகம்.

ஏராளமான பொருட் செலவில் நடத்தப்பெறும் மிகப் பெரிய தொழிற்சாலைகள் சிலவற்றில் இயக்கும் சக்தியை உற்பத்தி செய்யும்பொருட்டு, நீராவிக்குப் பதிலாகப் பாதரச ஆவியை அபூர்வமாக உபயோகிக்கிறார்கள். இதன் பொருட்டு ஒரு கொப்பறையை நிரப்புவதற்குமட்டும் 100 டன் பாதரசம் வேண்டுமாம். எனவே, இது எவ்வளவு செலவு அதிகமுடையது என்பதை ஊகித்துக்கொள்ளலாம்.

பாதரசத்தின் கூட்டுப் பொருள்கள் எண்ணற்ற முறையில் மருந்துகள் செய்ய உபயோக மாகின்றன. மேற்சொன்ன சவ்வீரம், ரச பஸ்பம் ரச கற்பூரம் என்பன இப்படிப்பட்ட மருந்துகள். வெடி மருந்தாக உபயோகப் படுவது முன்னமே சொல்லப்பட்டது. பாதரசத்தின் சிவப்பு ஆக்ஸைடு என்பது, கப்பல்களின் வெளிப் புறத்தில் பூச உபயோகப்படுகிறது; பூசிய ஆக்ஸைடுமீது கடல் நீர்பட்டு, இது குளோரின் சம்பந்த முடையதாகி விஷத் தன்மை பெறுகிறது. சில வகைக் கடல் சிப்பிகள் முதலியன கப்பலின் வெளிப்புறத்தில் ஒட்டிக்கொண்டு கப்பலில் தொளை ஏற்படக் காரணமாகின்றன; இம் மருந்து தடவுவதனால் இச் சிப்பிகள் ஒட்டமாட்டா, கப்பலும் கெடாது. ஸல்பைடாகிய சாதிலிங்கம் ஆயிரம் வருஷங்களுக்கு மேலாகச் சிவப்புச் சாயத்துக்கு உரிய சரக்காக உபயோகப்பட்டு வந்திருக்கிறது; இன்னும் சிவப்புச் சாயத்துக்குரிய சிறந்த சரக்கு இதுவே யாகும். கம்பளியை மிருதுவாக்கித் தொப்பி முதலியன (பெல்ட் ஹாட்) செய்வதற்கு மெர்குரி நைட்ரேட் என்ற சரக்கு உபயோகப்படுகிறது. மெர்குரிக் குளோரைடு என்ற சவ்வீரம் விஷமுடையது; கிருமிகளைக் கொல்ல உபயோகமாகிறது.

32. ரேடியம்

ரேடியம் என்ற உலோகம் இரண்டு விதத்தில் வேறெந்த உலோகத்துக்கும் இல்லாத தனித்த பெருமை யுடையது. முதலாவது வைத்தியத்தில் அதற்குள்ள அருமையான உபயோகம். வயிற்றுப் பிளவை முதலான கான்ஸர் நோயையும் சில வகைத் தோல் வியாதிகளையும் வேறெத்தனையோ நோய்களையும் தீர்க்க இன்று ரேடிய உலோகம் உலகெங்கும் உபயோகப்படுகிறது. ரேடிய வைத்தியம் என்பது, ரேடியாலஜி என்ற பெயரோடு இன்றைய வைத்திய முறையில் முக்கியமான உயர்வான ஒரு பெரும் பிரிவாகவும் விருத்தியடைந்திருக்கிறது. நமது சென்னையிலும்கூட, சர்க்கார் பெரிய ஆஸ்பத்திரியாகிய ஜெனரல் ஆஸ்பத்திரியில் இன்ஸ்டிடியூட் ஆப் ரேடியாலஜி என்ற பெயருடைய ஒரு தனிப் பகுதி, ரேடிய வைத்தியம் செய்வதற்கும், ரேடிய வைத்திய முறையை மாணவர்களுக்குக் கற்பிப்பதற்கு மென்றே ஏற்பட்டிருப்பதை நாம் அறிவோம். முகம், கழுத்து முதலிய இடங்களில் பிறவியில் சிலருக்கு விகாரமாய்ச் சதையோ, தசையோ வளர்ந்திருப்பதுண்டு, எவ்வகையிலும் இதைப் போக்க முடிவதில்லை. இதில் ரேடிய ஊசியைச் செருகி வைப்பதனால் இச்சதை அப்படியே உயிரற்றுக் காய்ந்து போகிறது. இவ்வாறு சதையைக் கொல்லும் தன்மை ரேடியத்துக்கு இருப்பதற்குக் காரணம், அதிலிருந்து உண்டாகும் பல கிரணங்களுள், 'காமா கிரணம்' என்ற கிரணம்.

ரேடியத்தின் பெருமைக்குரிய இரண்டாவது காரணத்தை இது காட்டுகிறது. பொதுவாக இரசாயனம், மின்சாரம் முதலிய சாஸ்திர ஆராய்ச்சி வல்லார், அணுவைக் குறித்து ஆராய்ந்து சில முடிவுக்கு வந்தார்கள். அதாவது அணு என்பது, ஒரு வஸ்துவின் பிரிக்க முடியாத பகுதியன்று; புரோட்டான், எலெக்ட்ரான் என்ற இரண்டு நுட்பமான பகுதிகளாலானதே அணு; சில புரோட்டான்களும் சில எலக்ட்ரான்களும் சேர்ந்து ஓர் அணுவின் கருவாய் மத்தியில் அமைந்திருக்க, வேறு சில

எலெக்ட்ரான்கள் அக்கருவைச் சுற்றிச் சுழன்று வரு கின்றன: இக் கருவும் எலெக்ட்ரான்களும் சுழற்சியும் எல்லாம் கூடியதே அணு. இந்த முடிவு உண்மைக்குப் பொருத்தமானது என்பது ரேடியத்தின் தன்மை காரண மாகத் தெரியவந்தது. ரேடிய அணுவானது சதா சர்வகால மும் தன்னிடமிருந்து வஸ்துவையும் சக்தியையும் கிரணங் கள் ரூபத்தில் வெளியே அனுப்பிக்கொண்டே இருக்கிறது. இவற்றை ஆராய்ந்தபோதுதான் அணுவின் தன்மை யாது என்பது பற்றிய கொள்கைகள் திட்டமாக உரு வடையலாயின. அணுக் கொள்கைளை இங்குப் பேசுவ தென்றால் மிக விரியும். எனவே, ரேடிய உலோகத்தைப் பற்றிய விஷயங்களை மட்டும் இனிப் பார்ப்போம்.

யுரேனியம் என்பது ரேடியத்தைப் போன்ற மற்றொரு முக்கியமான உலோகம். இதுவும் ரேடியத் தைப் போலவே கிரணங்களை வெளிப்படுத்தித் தன் அணு வைக் குலைத்து விடுகிறது. இவ்வுலோகம் ரேடியத்தைப் பார்க்கினும் கடினமானது. இதனுடைய தாதுக்களில் முக்கியமானது பிட்ச் பிளெண்ட் என்பது; கன்னங் கறேலென்ற நிறமுடையது; யுரேனைட் என்றும் வழங்கும். துத்தநாதத் தாதுக்கள் சிலவற்றோடு கலந்தே இது கிடைக் கிறது. ஈயம், செம்பு, வெள்ளி, காரீயம் முதலியவற்றின் தாதுக்கள் கலந்தும் இது கிடைப்பதுண்டு. இந்த யுரேனி யத் தாதுவிலிருந்துதான் இன்று ரேடியம் கிடைக்கிறது. செக்கோஸ்லோவகியா நாட்டிலுள்ள ஜோசிம்ஸ்டால் என்றவிடத்திலிருந்து கிடைத்த யுரேனைட்டை ஆராய்ந்த போதுதான், புரொபஸர் குயூரியும் அவர் மனைவியார் மேரி குயூரி அம்மையும், 1898 இல் ரேடியம் என ஓர் உலோகம் இருக்கிறதென்றும், இது தனியான ஓர் உலோக மென் றும் முதன்முதல் கண்டார்கள்.

இந்த யுரேனைட் என்பது யுரேனியம், காரீயம், தோரி யம், ஸிர்கோனியம், லாந்தனம், இட்றியம் போன்ற சில உலோகங்களும், நைட்ரொஜன் முதலான சில வாயுக்களும் கூடிய ஒரு தாது. இதிலிருந்துதான் முதலில் ரேடிய உப்பொன்று கிடைத்தது. சுமார் 30 லட்சம் பங்கு யுரேனியத் தாது எடுத்தால், அதில் ஒரு

பங்குதான் ரேடியம் இருக்குமாம். அதாவது, ஒரு கிராம் ரேடியம் எடுக்கும் பட்சத்தில், மூன்று டன் யுரேனியம் கிடைத்து விடுமாம். எனவே, ரேடியத்தின் விலை மிக மிக அதிகமென்பது சொல்ல வேண்டியதில்லை.

இதுவரை கிடைத்துள்ள ரேடியமும் மிகமிகச் சொற்பம். சுமார் பத்து வருஷத்துக்கு முன் வரையில் உலகெங்கும் கிடைத்திருந்த ரேடியம் அவ்வளவும் ஒரு பவுண்டுக்கும் குறைவுதான். 1942 இல் உலகெங்குமிருந்த ரேடியம் சுமார் 40 பவுண்டிருக்குமாம்.

ஆப்பிரிக்காக் கண்டத்தில் பெல்ஜியத்துக்குச் சொந்தமான பெல்ஜியக் காங்கோ என்ற பகுதியிலுள்ள காம்போவ் என்ற செப்புச் சுரங்கத்தருகே தான் யுரேனைட் என்ற ரேடியத் தாது முதன் முதலாகக் கிடைத்தது. இந்தத் தாதுவில் சுமார் 40 சத வீதம் யுரேனியம் ஆக்ஸைடு அடங்கி யிருந்தது. இதில்தான் ரேடியம், குளோரைடு என்ற உப்பாகக் கிடைத்தது. இந்தத் தாது அவ்வளவையும் கப்பல் ஏற்றிப் பெல்ஜியத்துக்குக்கொண்டு போய் அங்கே சுத்தம்பண்ணி ரேடியம் எடுத்தார்கள்.

பெல்ஜியத்திலிருந்த ரேடியம் அவ்வளவையும் இந்த யுத்த ஆரம்ப காலத்தில் இங்கிலாந்தில் கொண்டு போய் வைத்துப் பந்தோபஸ்து செய்திருந்தார்கள்.

1930 இல் கானடாவில் கிரேட் பேர் ஏரியில் படிந்திருந்த சில வண்டலிலிருந்து ரேடியம் எடுத்தார்கள். அது வரையில் உலகெங்கும் பெல்ஜிய ரேடியந்தான் வழங்கிற்று இந்தக் கானடா ரேடியமானது, அதி சீதளப் பிரதேசமாகிய ஆர்க்டிக் கடலின் எல்லைக்குள்ளிருந்து கிடைத்தது. கனேடிய என்ஜினியர்கள், தரைநூல்வல்லார் போன்ற பல விஞ்ஞானிகளின் அரு முயற்சியின் பயனுகவே இந்த ரேடியம் கைக்கெட்டியது. இது கிடைத்தபின் ரேடிய விலை முந்திய விலைக்கு அரையே அரைக்கால் பங்காகக் குறைந்து விட்டது. இந்தத் தாதுவை விமானத்திலேற்றி ரெயிலடிக்குக் கொண்டுவந்து பிறகு ரெயிலேற்றிச் சுத்தம் செய்யும் தொழிற்சாலைக்குக் கொண்டு செல்கிருர்கள்.

மேலே சொன்ன செக்கோஸ்லோவகியா சுரங்கமும் சிறிதளவு ரேடியம் தருகிறது; இது கோபால்ட் நிக்கெல் வெள்ளி முதலியவற்றுடன் சேர்ந்து கிடைக்கிறது. தவிர, அமெரிக்காவில் இரண்டிடங்களிலிருந்து வனேடியம் எடுக்கும்போது, கார்னேடைட் என்ற தாதுவிலிருந்து சிறிது ரேடியமும் கிடைத்துவருகிறது. 1923 வரையில் இந்த அமெரிக்கத் தாதுதான் ரேடியம் கிடைப்பதற்கான ஆதாரம். பிறகு பெல்ஜியம் காங்கோ ரேடியம் 1929 வரையில் கிடைத்து வந்தது. 1930 முதல் கானடா ரேடிய உற்பத்தி அதிகமாகிவிட்டது. 1938 இல் கானடாவில் கிடைத்தது இரண்டரை அவுன்ஸ் ரேடியம் (சுமார் 75 கிராம்); இதனோடு கூட, எட்டு லட்சம் பவுண்டு யுரேனிய உப்புக்களும் கிடைத்தன. அமெரிக்காவில் 8 கிராம் ரேடியமும் 52 ஆயிரம் பவுண்டு யுரேனிய உப்புக் களும் கிடைத்தன. இந்த யுத்தத்தின் தொடக்கம் வரையில் கணக்கிட்டால், உலகெங்குமே பெல்ஜிய ரேடியம் 3 பங்கும் கானடா ரேடியம் 2 பங்கும் இருந்ததாம்.

குண்டு வீச்சினல் சேதம் நேராதபடி இங்கிலாந்தில் ரேடியத்தைக் குகைகளிலும் பாதாளப் பொந்துகளிலும் பதுக்கி வைத்திருக்கிறார்கள்.

முன்னமே சொல்லியதுபோல, ரேடியத்தின் முக்கிய உபயோகம் வைத்தியத்தில்தான். உலகத்திலுள்ள ரேடியத் தில் 86 சதவீதம் இப்படிப் பயன்படுகிறது. மிச்சமுள்ளதில் 10 சதவீதம், கடிகார முள் எண் முதலியன இருளில் ஒளி தருவதற்காக உபயோகிக்கப் பெறுகிறது. இப்படி உபயோகமாவதற்கு, துத்தநாக ஸல்பைடு என்ற ஒரு வர்ணத்தைப் பூசுகிறார்கள். இதில் மிக மிகச் சொற்ப அளவு ரேடிய உப்புக்களும் அடங்கியுள்ளன. கடிகாரம், மாலுமிகளின் திசை காட்டும் கருவி, மின்சாரப் பொத்தான், ரேடியோ முதலியவற்றில் இவ் வர்ணம் உபயோகிக்கப் பெறுகிறது. ரேடிய அணுவில் வெளிப் படுகிற ஆல்பா கிரணம் அல்லது தூளானது கந்தகத் தூளில் தாக்கும்போது, கந்தகத் தூள் ஒளி தருகிறது. இதைக் கொண்டு குறித்த எண்ணையோ முள்ளையோ இருளிலும் நன்றாய்ப் பார்க்க முடிகிறது.

உலோகங்களின் உட்பகுதியை அறியும் பொருட்டு எக்ஸ்ரே படம் பிடிக்கும்போது, ரேடியமும் உபயோகப் படுகிறது. கண்ணாடி பீங்கான் முதலிய தொழில்களில் நிறங் கொடுப்பதற்கு யுரேனிய உப்புக்கள் உதவுகின்றன. அப்படியே இராசயன ஆராய்ச்சி, சாயத் தொழில், புகைப்படத் தொழில் முதலியவற்றுக்கும் இவை உதவு கின்றன. தவிர, யுரேனியக் கலப்புலோகங்கள் சிலவும் உபயோகத்திலுள்ளன. ஆனால் இவை விலை அதிகம். செம்போடு யுரேனியத்தைச் சேர்த்தால் கனிம்பெருமல் சூட்டையும் மின்சாரத்தையும் நன்றாய் ஏற்கவல்ல கலப்புலோகம் கிடைக்கிறதாம். நிக்கெல், அலுமினியம் என்பவற்றோடும் யுரேனியத்தைக் கலப்பதுண்டு. ரேடியக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பிற உலோகங்கள் ஆக்டினியம், புரோடோ ஆக்டினியம் என்பன.

---

33. பிளாட்டினம்

நகை செய்ய உபயோகமான உலோகங்கள் வெள்ளியும் தங்கமுந்தான் என்பது நம்மவர்களுடைய நெடுநாளைய அபிப்பிராயம். இவ்விரண்டையும்விட மேலான உலோகம், விலை அதிகம் கொண்ட உலோகம் ஒன்று இருக்கிற தென்று சொன்னால், பலருக்கு நம்பத் தோன்றாது. இப் படிப்பட்ட உலோகம் பிளாட்டினம் என்பது; இது நமக்கு மிகுதியும் பழக்கமான தங்கத்தினும் அதிகப் பளுவானது; விலையும் அதிகமுடையது.

பிளாட்டினமானது பார்வைக்கு வெள்ளி போலிருக் கும். இதை முதன்முதல் ஸ்பானியர்கள், தென் அமெரிக் காவிலுள்ள கொலம்பியா என்ற பகுதியில் 1735 ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார்கள். தங்கள் பாஷையில் வெள்ளிக்கு வழங்கிய பெயரான பிளாடா என்பதை

யொட்டி, இப்புது உலோகத்துக்குப் பிளாடின என்று பெயர் வைத்தார்கள். இதுவே ஆங்கிலத்தில் பிளாட்டின மாயிற்று. நம்முடைய நாட்டுக்கு இவ்வுலோகம் புதிய தென்பதைச் சொல்ல வேண்டியதில்லை. நகை செய்வதற் கேற்ற உலோகத்துக்கிருக்க வேண்டிய முக்கியமான குணம், துருப்பிடிக்கக்கூடாது, களிம் பேறக்கூடாது. இவ்விரு குணங்களும் பிளாட்டினத்திடம் நிறைந்திருக் கின்றன. இவ்விஷயத்தில் இது தங்கத்திலும் பார்க்க உயர்ந்ததாம். தவிர, இது தங்கத்தைவிடப் பலமடங்கு உறுதியாயிருப்பதுடன் தங்கத்தைப்போல் கம்பி இழுக்க வும் தகடடிக்கவும் இடங்கொடுக்கிறது. இதனால் நகை செய்யும் வேலைக்கு இது மிகவும் நயமானது. 1940 ஆம் வருஷம் வரையில் உலகெங்கும் கிடைத்த பிளாட்டினத்தில் பாதி, அமெரிக்காவில் நகை செய்யவே உபயோகப்பட்டு வந்ததாம். வயிர நகைக்ளில் வயிரக் கல்லைப் பதிப்பதற்கு முன், அடியில் பிளாட்டினத் தகட்டை வைத்தால் வயிரத் தின் பிரகாசம் அதிகமாகிறது.

சென்ற உலக யுத்தம் முடிந்த சமயம் பிளாட்டினத் தின் விலை உச்ச நிலையிலிருந்தது. அப்போது ஓர் அவுன்ஸ் பிளாட்டினம் விலை 20 பவுனும்; அதாவது தங்கத்தின் அன்றைய விலையைப் போல ஆறு மடங்கு. நாளாக ஆக விலை குறைந்தது. பிளாட்டின உற்பத்தி அதிகமாகவும், விலை தன்னாலேயே கீழிறங்கிவந்துவிட்டது. இப்போதெல் லாம் பிளாட்டினத்தின் விலை தங்கத்தின் விலையைவிடக் கொஞ்சம் அதிகம்; அவ்வளவுதான்.

பிளாட்டினம் கண்டுபிடித்த புதிதில் அதற்கு அதிக உபயோகமுமில்லை, தேவையுமில்லை. கொலம்பியாவில் கப்பிமண் போன்ற மண்ணில் தங்கத்தோடுகலந்து பிளாட் டினமும் கிடைத்தது. 1778 முதல்தான் இதை எடுப்பதில் அதிகக் கவனம் செலுத்தினார்கள். ருஷ்யாவிலுள்ள யூரல் மலைகளில் ஏராளமான பிளாட்டினமிருப்பது 1883 இல் தெரியவந்தது பின்னர் உற்பத்தி பெருகிற்று. நெடுங்காலம் வரை ருஷ்ய உற்பத்தியே அதிகம்; உலகில் கிடைத்த பிளாட்டினத்தில் 93 சத வீதம் ருஷ்யாவும், மிச்சம் 7 சத வீதம் கொலம்பியாவும் தந்துவந்தன.

1923 ஆம் வருஷம், கானடாவில் ஸட்பரி என்ற இடத்தில் நிக்கெல் தாதுக்களோடு கூடப் பிளாட்டினமும் கிடைக்க ஆரம்பித்தது. இது வரவர அதிகமாகி, இன்று ருஷ்ய உற்பத்தியிலும் அதிகமாகியிருக்கிறதாம். இந்த யுத்தத்துக்கு முந்திய ஐந்து வருஷங்களில் (1934 - 8) வருஷந்தோறும் உலகில் கிடைத்த பிளாட்டினம் சராசரி 364 ஆயிரம் அவுன்ஸாம். இதில் ருஷ்யாவில் கிடைத்தது (ஆயிர அவுன்ஸ் கணக்கில்) 135; கானடா 130; கொலம்பியா 40; தென் ஆப்பிரிக்கா 20; எதியோப்பியா 5; பெல்ஜியக் காங்கோ சுமார் ஓராயிரம்.

இயற்கையில் பிளாட்டினமானது தனி உலோகமாகவும், ஆர்ஸெனிக் என்ற பாஷாணத்துடன் கூடிய உப்பாகவும் காணப்படுகிறது. உருகிய கற்குழம்பு உறைந்துபோன பாறைகளிலும் ஆற்று வண்டல் படிந்த மண் கரைகளிலும் பிளாட்டினத் தாது கானப்படுகிறது. இந்தியாவில் அஸ்ஸாம் மாகாணத்தில் ஒரு நதியின் மணலிலும் பர்மாவில் ஐராவதி நதி மணலிலும், பொன்னோடு சேர்ந்து பிளாட்டினம் கிடைப்பதுண்டு.

ஆறு உலோகங்களடங்கிய ஒரு குடும்பத்தில் பிளாட்டினமும் ஒன்று; பல்லேடியம், இரிடியம், ஓஸ்மியம், ருதேனியம், ரோடியம் என்பன மற்ற ஐந்து. பெரும்பாலும் பிளாட்டினமானது, இவ்வுலோகங்களுட் சிலவற்றோடும் தங்கம், நிக்கெல், இரும்பு என்பவற்றோடும் கலந்தே கிடைக்கிறது.

நகை செய்வது போக, இன்று பிளாட்டினத்துக்கு எத்தனையோ உபயோகங்கள் உள்ளன. சுமார் 36 சதவீதம் நகைக்கு; 23 சதவீதம் பல் கட்ட; 22 சதவீதம் மின்சாரத் தொழிலில்; 14 சதவீதம் இரசாயனத் தொழிலில்; மற்றவை 5 சத வீதம்.

நகை செய்வதைப்பற்றி முன்னமே சொல்லியாயிற்று. பல் கட்டும் தொழிலில் தகடாகவும், கலப்புலோகமாகவும், கம்பியாகவும், பிளாட்டினமும் பல்லேடியமும் உபயோகமாகின்றன. டெலிபோன் தந்திக் கருவிகளில் பிளாட்டினம் உபயோகமாகிறது.

வெப்பத்தால் ஓரளவுக்கு நீளாமல் இருக்குந் தன்மை பிளாட்டினத்துக்குண்டு. இது நீளுவதும் சுருங்குவதும்

கண்ணாடி நீளுவதையும் சுருங்குவதையும் ஒத்திருக்கிறது. இதனால் கண்ணாடி வழியாக மின்சாரத்தைக் கொண்டு செல்வதற்குப் பிளாட்டினக் கம்பிகள் உபயோகப்படு கின்றன. மற்றக் கம்பிகளாயிருந்தால் கண்ணாடி விரிந்து சுருங்குவதும் கம்பி விரிந்து சுருங்குவதும் வெவ்வேறா யிருக்குமாதலால், கண்ணாடி வெடித்துவிடும். பிளாட்டினக் கம்பியாயிருந்தால் கண்ணாடி வெடிப்பதில்லை. மின்சார பல்புகளுககெல்லாம் கண்ணாடியினுள் புகும் கம்பிமட்டும் முன்னெல்லாம் பிளாட்டினமாயிருந்தது. இதுவிலை அதிக முடைமையால், இதை உபயோகிப்பது கட்டிவரவில்லை. இப்போது இதே தன்மை பெற்ற நிக்கெல்-இரும்புக்கலப்பு லோகமொன்று உபயோகிக்கிறார்கள்; பிளாட்டினத்தின் தன்மை இதற்கிருப்பதால், பிளாட்டினைட் என்று இதற்குப் பெயர் வைத்திருக்கிறார்கள். இதன் விலை மிக மலிவு.

இரசாயனத் தொழிலில் கிண்ணம், தட்டு போன்ற பாத்திரமாகவும், கம்பியாகவும், தகடாகவும் வேறு சில இரசாயனமுறைகளில் துணைப்பொருளாகவும் இது உப யோகமாகிறது. கந்தகத் திராவகம் தயாரிப்பதில் இதற்கு உபயோகமுண்டு. ஹைட்ரோஜன், நைட்ரோஜன் என்ற வாயுக்களைக் சேர்த்து அமோனியா வாயு (நவச்சார ஆவி) உற்பத்தி செய்யவும் இதிலிருந்து அக்கினித் திராவகம் உற்பத்தி செய்யவும் பிளாட்டினம் உதவுகிறது. தவிர, மிக அதிகமான உஷ்ணத்தை அளக்கப் பிளாட்டினத்தைக் கொண்ட எலெக்ட்ரிக் தெர்மாமீடர்கள் உபயோகமா கின்றன. பெரிய ஸெர்ச் லைட் (நெடுந் தூரம் ஒளி வீசும் விளக்கு) களுக்கு முலாம் பூசவும், கடிகாரக் கூடு, பரிசுக் கோப்பை, மெடல் முதலியவற்றுக்கு முலாம் பூசவும், பிளாட்டினம் உபயோகமாகிறது. இது மிக மெல்லிய கம்பியாக இழுக்கவும் உதவுகிறது; ஓரங்குலத்தில் இருபதாயிரத்தில் ஒரு பங்கு பருமனுள்ள மெல்லிய கம்பி யாக இழுக்கலாம். மூன்று அவுன்ஸ் பிளாட்டினத்தைக் காசியிலிருந்து கன்னியா குமரி வரை போகக் கூடிய கம்பியாக இழுக்க முடியும்.

பிளாட்டினக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மற்ற உலோ கங்களைப் பற்றி இரண்டொரு வார்த்தை சொல்லலாம்.

பிளாட்டினம் ஒஸ்மியம் இரிடியம் என்ற மூன்றும் உலோகங்களுக்குள் மிக மிகக் கனமானவை. இரிடியம் நமக்குத் தெரியும்; பவுண்டன் பேனு முள்ளின் முனை தேயாமலிருக்க இரிடியம் தோய்த்திருப்பதை நாம் பார்த்திருக்கிருேம். பிளாட்டினமும் இரிடியமும் கூடிய கலப்பு லோகம் விமானங்களிலுள்ள மின்சாரக் கருவிகளில் பயன் படுகிறது. பிளாட்டினத்தைப் போல் பல்லேடியம் பாதி விலை தான். ஆதலால், மின்சாரத் தொழிலில் இதற்கு உபயோகம் அதிகம். வெள்ளி கறுக்காமல் ரோடியத்தால் முலாம் பூசலாம்.

---

34. ஸீரியம்

அன்ருடம் தூங்கிக் கொண்டிருக்கும் நேரம் போக மற்ற நேரமெல்லாம், ஓயாமல் சுருட்டுக் குடித்த வண்ணமே காலத்தைக் கழிப்பது, சில வகைப் பெரிய மனிதர்களுக்கும், அவர்களைப் பின் பற்றிப் பெரிய மனிதர்களாக விரும்புபவர்களுக்கும் இன்று வழக்கமாகி விட்டது. கண்ட கண்ட இடத்திலெல்லாம் தீப்பெட்டியிலிருந்து குச்சி எடுத்துக் கிழித்துக் கொண்டிருந்தால், இந்த நேரம் சுருட்டுக் குடிப்பதற்கில்லாதபடி அநியாயமாய் வீணுகிவிடுகிதல்லவா? இது வீணுகாதபடி நெருப்புப் பற்ற வைக்கிற கருவியொன்றை இவர்கள் சதா பையிலேயே வைத்திருப்பதை நாம் பார்த்திருக்கிருேம். இதை எடுத்து இதன் ஒரு ஓரத்திலுள்ள ஒரு சிறு சக்கரத்தை ஒரு விரலால் கொஞ்சம் அசைத்தவுடனே, ஒரு பொறியுண்டாகி பக்கத்திலுள்ள பெட்ரோல் நனைத்த திரியிலே பட்டுத் திரி எரிய ஆரம்பிக்கிறது. இப்படிப் பொறி உண்டு பண்ண உதவும் உலோகம் ஸீரியம் என்பது.

ஸீரியத்தையும் இரும்பையும் கலந்து தூளாக்கி உப்புத் தாள் போலக் காகிதத்தில் வஜ்ரத்தைக் கொண்டு ஒட்டி வைக்கிறார்கள். ஸீரியமானது தன்மேல் ஏதேனும் உராய்ந்தால் பொறி தரும் தன்மையுடையது. ஆகவே, சட்டைப் சபையிலுள்ள சிறு கருவியில் அமைக்கப் பெற்ற உப்புத்தாளில், விரலால் அசைக்கும் சக்கரம் உராய்ந்தவுடன், பொறியுண்டாகிறது.

இந்த உப்புத்தாளிலுள்ள ஸீரியத்தில் நூற்றுக்கு 15 முதல் 40 பங்கு வரையில் இரும்புத்தூள் கலந்திருக்கும். மற்றப் பாகம் வெறும் ஸீரியம் மட்டுமன்று: இதில் மொத்தம் ஐந்து உலோகங்கள் உள்ளன: ஸீரியம், லாந்தானம், நியோடிமியம், ப்ரேஸியோடிமியம், ஸமேரியம் என்பன. மண்ணிலிருந்து கிடைக்கிற சில அபூர்வ உலோகங்கள் ஓர் இனமாய் இருக்கின்றன. இவை பதினாறு. மேற்குறித்த ஐந்தும் இப்பதினாறினுள் அடங்கியவை.

நமக்கு ஸீரியம் கொடுக்கிற உலோகத் தாது, மோனஸைட் என்பது. இது ஸீரியம் முதலான மேற் சொன்ன ஐந்து உலோகங்களின் பாஸ்பேட் அடங்கியது; தோரியம் என்ற மற்றோர் உலோகத்தின் உப்புக்களும் இதில் கலந்து காணப்படும்.

தனியாக இருப்பது என்று பொருள்படுகிற ஒரு கிரேக்கச் சொல்லி லிருந்து, மோனஸைட் என்ற பெயர் வந்தது. உலகத்திலேயே பெருவாரியாய் இந்தத் தாது கிடைக்குமிடம், இந்தியாவின் தென் மேற்குக் கடற்கரை யோரந்தான். குமரி முனையிலிருந்து தொடங்கி நேர் வடக்காக, அதாவது திருவாங்கூர் சமஸ்தானத்தின் மேல் கடற்கரை நெடுகிலும், இயற்கையாகவே கரையோர மணலாய் இது கிடைக்கிறது. சில இடங்களில், பல நிறமுடைய தாய்க் காண்கிற அழகான மணல் முழுவதுமே, இம் மோனஸைட்டாக இருக்கிறது. இம் மணலில் நூற்றுக்கு ஐந்து பங்கு மோனஸைட் கிடைத்தாலும், வேலைக்குப் போதுமானதா யிருக்கிறது. தவிர, இம் மோனஸைட் சிறிதளவு காந்தம் ஏற்கக் கூடியதா யிருப்பதால், மின்சாரத்தின் உதவி கொண்டு இதை எளிதில் பிரித்தெடுத்து உபயோகிக்க முடிகிறது.

1911 வரையில் தென் அமெரிக்காவிலுள்ள பிரேஜில் நாட்டிலிருந்து சராசரி வருஷந்தோறும் 4000 டன் மோனஸைட் கிடைத்ததாம். ஆனால், இந்திய மோனஸைட் சிறந்ததாயும், மலிவாயும் இருப்பதால் மற்ற நாட்டு உற்பத்திகள் குறைந்து விட்டன. 1938 இல் பிரேஸில் உற்பத்தி 318 டன்தானாம். அவ் வருஷம் உலகெங்கும் கிடைத்தது மொத்தம் 6000 டன். இதில் இந்தியாவின் வீதம் நூற்றில் 88 பங்கு; பிரேஜில் $5\frac{1}{2}$, டச்சுக் கிழக்கிந்தியத் தீவுகள் $6\frac{1}{2}$ பங்கு; அமெரிக்கா, நார்வே, இலங்கை, ஆஸ்திரேலியா போன்ற நாடுகளிலும் மிகவும் சொற்ப அளவு மோனஸைட் அகப்படுகிறது.

சுருட்டுப் பற்றவைக்க உபயோகமாவது ஸீரியத்தின், அதாவது மோனஸட் என்ற தாதுவின், உபயோகத்தில் மிகவும் அற்பமான உபயோகம். பெரிய உபயோகமாவது, காஸ்-லைட் விளக்குகளுக்கு வேண்டிய மாண்டில் என்னும் வலை செய்யப் பயன்படுவதுதான். இவ் வலையானது நூல் அல்லது ஒருவகை நாரினாலான பை போன்றது; பையினுள் மண்ணெண்ணெய் ஆவி வந்து நின்று எரிகிறது. இந்த ஆவி மிகுந்த ஒளிதரும் பொருட்டு, பையைத் தோரியம், ஸீரியம் என்ற உலோக உப்புக்களில் நனைத்து உலர்த்துகிறார்கள். இவ்வுப்புக்கள் மோனஸைட்டில் அடங்கியுள்ளன. தோரியம் ஆக்ஸைடு ஸீரியம் ஆக்ஸைடு என்ற இந்த உப்புக்களை முறையே 99 பங்கு 1 பங்கு என்ற அளவில் கூட்டுகிறார்கள். இந்த அளவில் கொஞ்சம் கூடினாலும் அல்லது குறைந்தாலும், மாண்டில் விளக்கின் ஒளி குறைந்து போகிறதாம்.

யுத்தத்தில் சில சமயம், அபூர்வமாய்த் துப்பாக்கிக் குண்டுபோகும் வழி கண்ணுக்குப் புலப்படும்படி ஒளி தருவதற்காக ஸீரிய உப்பை அதற்குப் பூசுவதுண்டு. தவிர, மின்சார விளக்குக்களுக்கும், ஸெர்ச் லைட் என்னும் ஒளி மிக்க பெரிய விளக்குக்களுக்கும், தோரிய - ஸீரிய உப்புக்கள் பயன்படுகின்றன. ஸீரிய உப்புக்கள் குறைந்த அளவில், மருந்துச் சரக்குகள், மண்பாண்டத் தொழில், சாயத்

தொழில், தோல் பதனிடும் தொழில், மூக்குக் கண்ணாடிக்கேற்ற கண்ணாடித் தொழில் ஆகியவற்றிலும் பயன்படுகின்றன.

---

35. பெரில்லியம்

நவமணிகள் என்று நாம் வழங்கும் மணிகளுள், மரகதமும் (பச்சை) வைடூரியமும் அடங்கும்; இம் மணிகள் பெரில்லியம் கூடிய உப்புக்கள். ஆங்கிலத்தில் பெரில் என்ற தொகுதியில் மூன்று மணிகளைக் குறிப்பிடுவார்கள். பெரில் என்பது, பளபளப்போ நிறமோ இல்லாத ஒரு சாமானியப் படிகம்; பெரில்லியம் - அலுமினியம் என்ற உலோகங்களின் ஸிலிகேட் உப்பு. இவ் வுப்பாகிய தாதுவில், வேறு அசுத்தம் ஏதேனும் கலந்தபோது, இது மங்கிய நீலநிற மடைகிறது; இதுவே வைடூரியம். தனிப் பச்சை நிறமுடைய மரகதமானது, தனி பெரில்லிய - ஸிலிகேட் உப்பு.

பெரில்லியம் என்ற உலோகமானது ஈயம் போன்ற வெண்ணிற முடையது. அலுமினியத்தைவிட லேசானது; ஏறக்குறைய மக்னீஷிய மளவு லேசானது என்று சொல்லத்தக்கது. இவற்றைவிட அதிக உஷ்ணத்தில் உருகக் கூடியதாகையால், உலோகத் தொழிலில் இது மிக்க பயனுடையதா யிருக்கிறது. மேற் கூறிய பெரில் என்பது தான், இவ் வுலோகம் எடுப்பதற்கான தாது. இதுவும் நிலத்தில் சுரங்கம் எடுத்து வேலைசெய்யக்கூடிய அளவு அதிகமாக எங்கும் கிடைப்பதில்லை. மைகா எடுப்பது

போன்ற வேறு சுரங்கத் தொழில் நடத்தும் போது, கூடவே கொஞ்சம் பெரில்லும் கிடைக்கிறது. இது, முன்னே கூறியபடி, பெரில்லியம் - அலுமினியம் ஆகிய இரண்டின் ஸிலிகேட் உப்பாகும். இவ் வுப்பிலிருந்து சுமார் ஐந்து சத வீதமுள்ள பெரிலலிய உலோகம் கிடைக்கிறது.

அபூர்வமாக இந்தப் பெரில், பெரிய கட்டியாகக் கிடைப்பதுமுண்டு. அமெரிக்காவில் மெய்ன் என்ற இடத்தில் கிடைத்த ஒரு பெரிய கட்டி 18 அடி நீளம், 4 அடி குறுக்களவு உடையதா யிருந்தது. இதன் எடை 19 டன்னும். ஆப்பிரிக்காவிலும் இவ்வளவு பெரிய கட்டிகள் சில சமயம் கிடைத்தனவாம். ஆனால் இவை அகப்படுவது அபூர்வம்.

சராசரியாக வருஷ உற்பத்தி 200 டன் உலோகம். பெரில் தருகிற முக்கிய நாடுகள் தென்னமெரிக்காவில் ஆர்ஜென்டைன், பிரேஸில் என்ற பகுதிகள், அமெரிக்கா, இந்தியா, தென்னுப்பிரிக்கா. அதிகமாய் உபயோகமாகும் நாடுகள் அமெரிக்காவும் ஜெர்மனியும்.

செம்புடன் பெரில்லியத்தைக் கலந்தால், செம்பு மிக்க உறுதியடைகிறது. செப்புடன் $1\frac{3}{4}$ சத வீதம் முதல் $2\frac{1}{4}$ சத வீதம் வரையில் பெரில்லியம் கூட்டி, செ. 800 டிகிரி வரையில் காய்ச்சி நீரில் தோய்த்தால், இந்தக் கலவைக்கு மெல்-எஃகுக்குச் சமமான உறுதியுண்டாகிறது. இதையே மீண்டும் பல மணி நேரம் 300 டிகிரி வரையில் காய்ச்சி ஆற வைத்தால், இக் கலப்புலோகமானது, செம்பைப் போல் ஆறு மடங்கு உறுதியும் மெல் - எஃகைப் போல் மூன்று மடங்கு உறுதியும் பெறுகிறதாம். இக் கலப்புக்கு, பெரில்லிய வெண்கலம் என்று பெயர் வழங்கும். பெரில்லிய வெண்கலமும், பெரில்லிய நிக்கெலும், இரும்பு சம்பந்தமில்லாத கலப்புலோகங்க ளனைத்திலும் மிக்க வலிமை பொருந்தியவை யாகும்.

மின்சார யந்திரங்களிலுள்ள வில்லுகள், சினிமாக் காமிராக்கள், விமானத்திலுள்ள வில்லுகள் முதலியவற்றில் பெரில்லிய வெண்கலம் பயன்படுகிறது. தனித்த

பெரில்லிய உலோகம், எக்ஸ்ரே குழாய் செய்வதில் உபயோகமாகிறது. பெரில்லிய உப்புக்களுக்கும் உபயோகங்கள் பல. இவற்றுட் சில மணியாக உபயோகப் படுவதையும் முன்னமே பார்த்தோம்.

---

36. காட்மியம்

காட்மியம் என்ற உலோகம், உலோகப் பிரபஞ்சத்துக் குள் மிகவும் சமீப காலத்தில் வந்ததுதான். பார்வைக் குச் சற்றே நீலங் கலந்த வெண்ணிற முடையது; துத்த நாகம் போன்றது. எளிதாய்த் தகடடிக்கவும் கம்பி யிழுக்கவும் வரும். துத்தநாகத்தைப் பிரித்தெடுக்கும் போது, சில தாதுக்களிலிருந்து இதுவும் கிடைப்பது வழக் கம்; 200 பங்கு (அல்லது 250 பங்கு) நாகத்துக்கு ஒரு பங்கு காட்மியம் அகப்படும். காட்மியத்தையே தனியாகத் தேடும் வழக்கமில்லை. அமெரிக்கா, கானடா, ஜெர்மனி, போலந்து முதலிய நாடுகளில் காட்மியம் எடுக்கப்படு கிறது. தொடக்கத்தில் இதற்கு உபயோகம் ஒன்றும் தெரிய வில்லை; நாளடைவில் உபயோகங்கள் புலப்படவே, உற் பத்தியும் சற்றே பெருகிற்று. 1938 இல் உற்பத்தி 4500 டன்; வருஷமொன்றுக்குச் சராசரி உற்பத்தி 4000 டன் னுக்குக் கொஞ்சம் அதிகம். உற்பத்தி எப்படி அதிகரித்து வருகிற தென்பதற்கு ஓர் உதாரணம் காட்டலாம். 1931 இல் அமெரிக்க உற்பத்தி 620 டன்; ஐந்து வருஷங் கழித்து 1900 டன்; 1940 இல் மட்டும் 3000 டன். உலக உற்பத்தி யில் அமெரிக்கா 46 சதவீதம்; மெக்ஸிகோ 14, கானடா, ஜெர்மனி 7; ஆஸ்திரேலியா, பெல்ஜியம் 5; போலந்து 4.

இவற்றுள், பெல்ஜியம் நாடு துத்தநாகத் தாது இறக்குமதி செய்து, அதில் காட்மியம் எடுக்கிறது.

காட்மிய உலோகத்துக்கு இன்றுள்ள உலோகங்களில் முதன்மையானது, யந்திரங்களின் பாகம் மின்சாரக் கம்பி முதலியன செய்யச் செம்புடன் கலக்க உபயோகமாவதாகும். இவ் வுலோகம் எடுத்த புதிதில், இதை ஈயத்துக்குப் பதிலாகப் பற்றவைப்பில் உபயோகித்துப் பார்த்தார்கள்; பலன் கிடைக்கவில்லை. பிறகுதான் இதைப் பல வகையாக உபயோகிக்க முடிந்திருக்கிறது.

செம்பைக் குறித்துச் சொல்லியபோது, மின்சாரக் கம்பிகளில் கலந்து செய்தால், காட்மியம் என்ன சேவை செய்கிறது என்பதைக் குறிப்பிட்டோம் (பக்கம் 87). எஃகின்மேல் பூச்சுப் பூச உபயோகமாவது மற்றொரு முக்கிய பலன். எஃகில் நிக்கெல் பூச்சுப் பூசுவது பழைய வழக்கம்; நிக்கெல் பல சமயங்களில் தோலுரிவது போல் பெயர்ந்து போகும். காட்மியம் பூசினால், எஃகு துருப் பிடிக்காமல் இருப்பதுடன் கூட, காட்மியம் இப்படிப் பெயர்ந்து போகாது. உயர்ந்த மோட்டார் கார்களில் மறை, திருகாணி, வீல்பட்டை முதலிய பாகங்களில் காட்மியம் பூசி யிருக்கும்.

பல வகையான கலப்புலோகங்களுக்கும் காட்மியம் உதவுகிறது; இவை யாவும், யந்திரங்களிலுள்ள சுழலும் பாகங்களுக்கும் பயன்படுகின்றன. 98 சதவீதம் காட்மியம் 2 சதவீதம் நிக்கெல் கலந்த காட்மிய நிக்கெல் ஒரு வகை; காட்மியம் $97\frac{1}{2}$, வெள்ளி $2\frac{1}{4}$, செம்பு $\frac{1}{4}$ கலந்த காட்மிய வெள்ளி ஒருவகை; இபபடிப் பல வகைக் கலப்புக்கள் மோட்டாரில் உபயோகமாகின்றன.

அச்சில் ஸ்டீரியோ டைப் என்பது ஒரு வகை அச்சு. மேலை நாட்டில் இவ் வச்சுப் புத்தகங்கள் அதிகம்; ஒரு பக்கம் அல்லது பல பக்கங்களை ஒன்றாய்ப் படம்போல் செய்து வைப்பதே ஸ்டீரியோ டைப் எனபோம். இந்த அச்சுக்குரிய கலப்பில் காட்மியமும் சேர்கிறது. வெள்ளிப் பாத்திரங்கள் உறுதியாயிருப்பதை உத்தேசித்து, வெள்ளியிலும் இதை கூட்டுவதுண்டு. மின்சாரக் கம்பிகளுக்கு உறை மரத்தாலும் போடுவார்கள், காரீயத்தாலும்

போடுவார்கள்; இக் காரீயத்திலும் சொற்பக் காட்மியம் கலப்பதுண்டு.

இவ் வுபயோகங்கள் பலவற்றுள்ளும், முன்னே செம்பின் கீழ்க் கூறியபடி செப்பு மின்சாரக் கம்பியில் கலப்பது முக்கியமாகும்; ரேடியோவின் பகுதிகளிலும் இதற்கு உபயோக முண்டு.

காட்மிய உப்புக்கள் புகைப்படத் தொழில், வாண மருந்து, ஒலியுடைய வர்ணம், ரப்பர், சாயம், வர்ணப் பீங்கான், வர்ணக் கண்ணுடி என்பவற்றில் உபயோக மாகின்றன. காட்மிய - ஸல்பைடு உப்பு மஞ்சள் வர்ணத் துக்கும், காட்மியமும் ஸெலெனியமும் கூடிய உப்பு, பிரகாசமான காட்மியச் சிவப்பு என்ற வர்ணத்துக்கும் பயன்படுகின்றன.

---

37. ஸெலெனியம்

மிகவும் விசித்திரமான உலோகங்களில் இது ஒன்று. துப்பறியும் கதைகளிலே கூறப்படுகிற நிகழ்ச்சிகள் பலவற்றுக்கும் இது காரணமா யிருக்கிறது. வீட்டுக்குள் ஆள் நுழைந்தால் மணியடிப்பது, அறைக் கதவோரம் ஆள் வந்தாலே கதவு திறந்துகொள்வது, இருப்புப் பெட்டியைத் திருடன் தொட வரும்போதே அபாய எச்சரிக்கை மணி ஒலிப்பது முதலான பல விநோதமான காரியங்களுக்குத் துணைபுரிவது ஸெலெனியம்.

ஸெலெனியத்தின் மீது ஒளிபட்டவுடனே இதனுள் ஒரு வகையான மின்சார இயக்கம் உண்டாகிறது. ஒளி

எவ்வளவுக் கெவ்வளவு மிகுதியாயிருக்கிறதோ அவ்வளவுக்கு இந்த இயக்கமும் மிகுதியாகிறது. பொதுவாக உலோகங்கள் பலவும் மின்சாரத்தை எளிதில் வாங்கிச் செலுத்தும்; வெளிச்சமென்றும் இருளென்றும் வித்தியாசம் பார்ப்பதில்லை. ஆனால் இந்த விஷயத்தில் ஸெலெனியத்தின் இயல்பே வேறு. இருட்டில் இது மின்சாரத்தை வாங்கிச் செலுத்த மறுக்கும். ஒளி இருந்தால் மின்சாரத்தை ஏற்கும். ஒளி எவ்வளவு அதிகமாக இருக்கிறதோ அவ்வளவுக்கு இது மின்சாரத்தை ஏற்றுச் செலுத்துவதும் அதிகமாகும். இவ்வுலோகத்துக்குள்ள இந்த இயல்பை உபயோகித்துத் தான் மேற் சொன்ன விசித்திர நிகழ்ச்சிகள் அமைக்கப் பெறுகின்றன.

கந்தகத் திராவகம் செய்து வந்த ஒரு தொழிற்சாலையின் குப்பையிலிருந்து இவ்வுலோகம் முதன் முதல் 1817 இல் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இயற்கையில் செம்பு, காரீயம், பாதரசம், வெள்ளி முதலியவற்றோடு கலந்து ஸெலெனைடு என்ற உப்புக்களாகத்தான் இவ்வுலோகம் கிடைக்கிறது. தனி உலோகமாக இது எங்கும் கிடைப்பதில்லை. மற்ற உலோகங்களை எடுத்துச் சுத்தம் செய்யும் போது, இதுவும் தற்செயலாய்க் கூடவே கிடைக்கிறது. கானடா, அமெரிக்கா ஆகிய நாடுகளில்தான் இது கிடைக்கிறது. முன்னே வருஷமொன்றுக்கு 305 டன் ஸெலெனியம் உற்பத்தியாயிற்று. இதில் கானடா 165 டன், அமெரிக்கா 139 டன்; ரொடீஷியா 1 டன். ஸெலெனியம் கிடைப்பது இவ்விதம் மிகக்குறைவு. ஆனால் அதற்குள்ள அருமையான உபயோகங்கள் அதிகம். இன்று டெலிவிஷன் சாத்தியமாயிருப்பதெல்லாம் இவ்வுலோகத்தால்தான். தினசரிப் பத்திரிகைகளில் ஆயிரக்கணக்கான மைல்களுக்கப்பாலிருந்து நிலப் படங்களும், புகைப் படங்களும் வெளிவர இது துணை செய்கிறது. சினிமாப் படங்களில், முன்னமே நாம் பார்த்த நிழற் படங்களோடு ஒளியையும் கூட்டிப் பேசும் படங்கள் செய்வதற்கும் இதுவே உதவி செய்கிறது. குருடர்கள் சாதாரண எழுத்தையும் படிப்பதற்கு இதன் உதவியைக் கொண்டு ஒரு கருவி கண்டு பிடித்திருக்கிறார்கள். ஆலைகளிலுள்ள புகை போக்கியின் புகை

எவ்வளவு நெருக்கமுடையது என்பதைக் கணக்கிட இது உதவுகிறது.

மேலைநாட்டுக் குதிரைப் பந்தயங்களில் எந்தக் குதிரை முதலில் வந்தது என்பதை மிகத் தெளிவாய்க் காட்டவும் இதுவே பயன்படுகிறது; குதிரைப் பந்தய எல்லையில் இவ் வெளிச்சத்தைக் குதிரை கடக்கும்போது ஏற்படும் நிழலால் எதிரிலுள்ள ஸெலெனியத்தின் மின்சார ஓட்டம் தடைப்படுகிறது. இத்தடைதான் இன்ன குதிரை என்பதைப் பதிவு செய்துவிடுகிறது.

மாலையில் இருள் வந்தவுடன், மின்சாரத் தெரு விளக்குக்களை ஏற்றவும், காலையில் சூரியன் ஒளி வந்தவுடன் அவற்றை அணைக்கவும் இது உதவுகிறது. இதன் உதவியால் விளக்குக்கள் தாமே எரிய ஆரம்பிக்கின்றன; ஒளியைக் கண்டு தாமே அணைகின்றன.

அபாய அடையாளத்துக்கான விளக்குக்களுக்கேற்ற சிவப்புக் கண்ணுடியில் ஸெலெனியத்தைச் சேர்க்கிருர்கள். கண்ணுடிக்கு இயல்பாயுள்ள பச்சை நிறத்தைப் போக்கிச் சிறிது சிவப்பு நிறம் தரவும் ஸெலெனியம் பயன்படுகிறது. ரப்பர், மருந்துச் சரக்குகள், சாயம், புகைப்படம், பேக்லைட் ஆகிய பலவகைத் தொழில்களில் இது பயன் படுகிறது. பொதுவாக மற்ற உலோகங்களில் இதைக் கலந்தால், அந்த உலோகங்கள் பயன்படுகிற தன்மை கெட்டு விடுகிறது. ஆனல், செம்பிலும், கறுக்காத எஃகிலும் இதை அபூர்வமாய்க் கலப்பதுண்டு; இதனல் நல்ல பயனும் கிடைக்கிறதாம்.

ஸெலெனியத்துக்கு இவ்வளவு அருமையான உபயோகங்கள் இருந்தாலும், வருஷத்தில் முந்நூறு டன்னுக்கு மேல் இதை உலக முழுவதிலும் உற்பத்திசெய்ய முடியவில்லை.

38. வேறு சில உலோகங்கள்

மேலே விரிவாய்க் கூறிய உலோகங்கள் போக, பின்னும் பல உலோகங்கள் உள்ளன. இவற்றுள், அறிந்து கொள்ளத் தக்கனவான சிலவற்றைப் பற்றிய செய்தி களை மட்டும் கீழே கூறுவோம்.

கால்ஸியம்

டாக்டரிடம் போய் வைத்தியம் செய்துகொள்ளும் பழக்க முடையோர் யாவரும் இதைப்பற்றிக் கேள்விப் பட்டிருப்பார்கள். அனேகமாய் எல்லா நோய்களுக்குமே பரிகாரமாக, கால்ஸியம் சம்பந்தப்பட்ட மருந்து சாப் பிடும்படி யோசனை கூறுவது இன்று டாக்டர்களுக்கு வழக்கமா யிருக்கிறது. கால்ஸியம் என்பது ஓர் உலோகம்; சுண்ணும்பில் உள்ளது; உடல் வளர்ச்சிக்கு அவசிய மானது. பச்சைக் காய்கறி, பால், பருப்புவகை என்பவற் றில் உடலுக்குப் பயன்படக்கூடிய கால்ஸியச் சத்து உள்ளது.

இவ்வுலோகம், மிகவும் லேசானது; நீரைப்போல் ஒன்றரை மடங்கு பளுவுடையது, மிருதுவானது. காற் றில் தானே கலந்து, ஆக்ஸைடாகிவிடும். எனவே, தனி உலோகம் என்ற முறையில் இதற்கு உபயோகமில்லை. பொதுவாக இதற்கு உலோகத் தொழிலில் ஒரே ஓர் உப யோகந்தான் உண்டு. காரீயத்தோடு இதை 0·04 சத வீதம் (பதினுயிரத்தில் 4 பங்கு) கலக்கிறார்கள்; இதன் மூலம் காரீயத்துக்குக் காலத்திட்பம் (பக்கம் 123) உண்டாகிறது. (கலப்புலோகம் என்ற அத்தியாயம் பார்க்க.) இதனால், காரீயத்தின் உறுதி மூன்றுமடங்காகிறது. அமெரிக்கா வில், செம்பிலிருந்து ஆக்ஸிஜனைப் போக்க, பாஸ்பரஸ் உப யோகிப்பதற்குப் பதிலாய்க் கால்ஸியம் உபயோகிக் கிறார்கள்.

ஸோடியம்

மேற்கூறிய, கால்ஸியம் லிதியம், ஸோடியம், பொடாஸ் ஸியம் என்ற நான்கும் ஓரே இனமான உலோகங்கள்;

எறக்குறைய இவை யாவும் ஒரே விதமான இயல்புடையவை.

ஸோடியம் என்பது, நீரினும் லேசான உலோகம். வெள்ளியையொத்த வெண்ணிற முடைய மிருதுவான உலோகம்; வெண்ணெய்போ லிருக்கும். கத்தியால் வெட்டிவிடலாம். வெகு எளிதில் காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் கூடிவிடும். நீரில் பட்டால், உடனே நீரைப் பிரித்து, அதிலுள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் கூடிவிடும்; அப்போது நீரிலிருந்து விடுபடும் ஹைட்ரொஜன் வாயு மஞ்சள் நிற ஒளியோடு எரியும். தனி உலோகத்துக்கு உபயோக மில்லை. ஸோடிய உப்புக்கள் பல; நாம் உண்ணும் உப்பு, ஸோடியம் குளோரைடு என்ற உப்பு. இதன் உப்புக்கள் பலவும் இரசாயனத் தொழிலிலும் வேறு பல வியாபாரச் சரக்குக்களிலும் பயன்படுகின்றன.

பொட்டாஸ்ஸியம்

எல்லா விதத்திலும் இது ஸோடியம் போன்றதே. நீரினும் லேசானது. நீர் பட்டால் வெடிப்பு ஒலியுடன், நீரைப் பிரித்து ஆக்ஸிஜனுடன் கூடி, ஹைட்ரொஜனை ஊதா நிற ஒளியோடு எரியச் செய்யும். பொடாஸ்ஸிய உப்புக்கள், எந்தப் பயிருக்கும் மிகவும் அவசியமானவை. ஜெர்மனியில் இவை மிகுதி. வருஷந் தோறும் சராசரி 26 லட்சம் டன் பொடாஸ்ஸிய உப்புக்கள் உற்பத்தியாகின்றன. இதில் ஜெர்மனி 16, பிரான்ஸ் 4, அமெரிக்கா 2, ருஷ்யா 2; இந்தியாவிலும் சொற்ப உற்பத்தி யுண்டு.

லிதியம்

இவ் வுலோகம், நீரினும் மிகவும் லேசானது; ஏறக்குறைய அதில் பாதிப் பளுத்தானுள்ளது; உலோகங்கள் அனைத்திலும் இதுவே மிகவும் லேசானது. நீரோடு உடனே கூடிவிடுகிறபடியால், தனி யுலோகத்துக்கு உபயோகம் அபூர்வம். வருஷத்தில் சராசரி 3,000 டன் லிதியத்தாது உற்பத்தியாகக் கூடும்; இதில் 2,000 அமெரிக்கா. மற்றத் தேசங்கள் தென் மேற்கு ஆப்பிரிக்கா, போர்த்துகல், பிரான்ஸ், ஜெர்மனி என்பன. வாண வேடிக்கைகளிலும், ரெயில்வே முதலானவற்றில் உபயோகிக்கும் சிவப்பு

விளக்கிலும் காணும் சிவப்பு நிறத்துக்குக் காரணம் விதியக் குளோரைடு என்ற உப்பு. சில விதிய உப்புக்கள் அலுமினியத் தொழிலில் அசுத்தம் நீக்கப் பயன்படுகின்றன. தவிர, செம்பு, அலுமினியம், காரீயம் முதலியவற்ருேடு கூட்டிக் கலப்புலோகம் ஆக்கவும் இவ்வுலோகம் சொற்ப அளவு உபயோகமாகிறது. மண் பாண்டம், கண்ணாடி, பீங்கான் முதலியன செய்யும் தொழில்களில் விதிய உப்புக்கள் பயன்படும். ஜெர்மனியில் செய்யும் கலப்புலோகமான 'பான் உலோகம்' என்பது, காரீயத்தில் சொற்ப விதியம் - கால்ஸியம் - ஸோடியம் சேர்ந்ததாகும்.

பேரியம்

வர்ணக் கலவைக்காக, காரீய வெள்ளைக்குப் பதிலாக லிதோபோன் என்ற ஒரு வஸ்து உபயோகப்படுத்துவார்கள்; இது விஷமற்றது, கந்தகவாயு பட்டால் கெடாது. இவ் வஸ்து 70 சத வீதம் பேரிய ஸல்பேட் என்ற உப்பும் 30 சத வீதம் துத்தநாக ஸல்பைடு என்ற உப்பும் சேர்ந்தது. பேரியத்தாது, வருஷத்தில் சராசரி 10 லட்சம் டன் உற்பத்தியாகிறது; இதில் ஜெர்மனி 42 சத வீதம், அமெரிக்கா 25, ருஷ்யா 12, பிரிட்டன் 8. பேரிய உலோகம் தூள் ரூபத்திலுள்ளது. இதன் இயல்புகள், கால்ஸியத்தை ஒத்திருக்கும். காரீயம், கால்ஸியம் என்பவற்ருேடு சேர்த்துச் சுழற்சிக் குண்டுகளுக்கும், நிக்கெல், மக்னீஷியம், அலுமினியத்தோடு சேர்த்து ரேடியோ செய்வதற்கும், இவ்வுலோகம் பயன்படுகிறது. பேரிய உப்புக்களுக்கு உபயோகங்கள் பல. எக்ஸ் - ரே படமெடுக்குமுன், வயிறு முதலான உறுப்புக்கள் நன்ருய்த் தெரியும்பொருட்டு, குடிக்குமாறு கொடுக்கும் மருந்து பேரிய ஸல்பைடு என்ற உப்பு. மேற்கூறிய லிதோபோன் என்ற வஸ்துவை, ரப்பர், காகிதம், எண்ணெய்த் துணி முதலியவற்றில் இடைவெளியை நிரப்புவதற்காகக் கலப்பார்கள். கீல் சாயம், பீங்கான் தொழில், கண்ணாடித் தொழில் என்பவற்றிலும், பீட் ரூட் என்ற கிழங்கின சர்க்கரையைச் சுத்தம் பண்ணுவதிலும், எலி கொல்லும் விஷம் செய்வது முதலியவற்றிலும், பேரிய உப்புக்கள் பயன்படுகின்றன.

ஸ்ட்ரான்ஷியம்

இது பேரியத்தைப் போன்ற ஓர் உலோகம். வாண வேடிக்கைகளில் செந்நிறத்துக்குக் காரணமாயுள்ளது. இயல்புகள், கால்ஸியம் போல. வருஷத்தில் சராசரி 7,000 டன் இதன் தாது உற்பத்தியாகிறது. அனேகமாய் எல்லாம் பிரிட்டனே தருகிறது; ஸிஸிலி நாடும் கானடாவும் மிகவும் சொற்பம். இரசாயனம், மருந்து செய்தல், வாணம், ரப்பர் முதலியவற்றில் இதன் உப்புக்கள் பயன் படுகின்றன.

இண்டியம்

இன்னும் இது அபூர்வ உலோகமாகவே உள்ளது. 1928 இல் உலகெங்குமே இது ஒரு கிராம் எடைதான் உற்பத்தியாயிற்றும். குண்டுகள் தேய்வு இல்லா திருக்கும் படி பூச்சுப் பூச உதவுகிறது.

டைடேனியம்

இந்த உலோகமானது பூமியின் மேற் புறணியில் ஏராளமாயிருக்கிறது; 160 இல் ஒரு பாகம் டைடேனியம். சுமார் 150 ஆண்டுகளுக்கு மேலாக, இவ்வுலோகம் தெரிந் திருக்கிறது. தெரிந்தும், மற்றெந்த உலோகம் அல்லது அலோகத்தினும் இதுவே மக்களுக்கு மிகமிக அற்ப மாய்ப் பயன்பட்டு வருகிறதென்று சொல்லுகிறார்கள். இயற்கையில் இது பலவகை உப்புக்களாய்க் கிடைக்கிறது. உப்புக்களில் முக்கியமானது இல்மெனைட் என்பது. இது இருப்பு-டைடேனிய ஆக்ஸைடு. உலகத்திலேயே இது இந்தியாவில்தான் மிகுதி; திருவாங்கூர் கடற்கரைக் கருமணலில், மோனஸைட்டுடன் கலந்து இது ஏராளமாய்க் கிடைக்கிறது. இந்தத் தாது பெரும்பாலும் ஒரு வெண் ணிற வர்ணச் சரக்குச் செய்யவே உதவுகிறது. வருஷந் தோறும் இப்போது $2\frac{1}{2}$ லட்சம் டன்னுக்குமேல் இல் மெனைட் தாது உற்பத்தியாகிறது. இதில் இந்தியா 68 சத வீதம்; நார்வே 25; மலாயா 2. 4; கானடா, அமெரிக்கா முதலியன ஒரு சத வீதத்துக்கும் சற்று அதிகம்.

டைடேனிய உலோகத்துக்கு விசேஷ உபயோகமில்லை யென்று தொழில் நூலாசிரியர்கள் கூறுவது ஒருவேளை

இவ்வுலோகத்தாது இந்தியாவில் அபரிமிதமாய்க் கிடைப்ப தால்தானோ என்னவோ? இந்திய உலோகத் தொழில் விரிவாய் வளர்ந்தால், ஒருகால் இவ்வுலோகத்துக்கு ஏதேனும் அரிய உபயோகம் ஏற்பட்டாலும் ஏற்படலாம்.

இவ்வுலோகம் சாம்பல் நிறமுடையது. இதன் இயல்பு கள் ஏறக்குறைய ஈயத்தை யொத்தவை. எஃகிலுள்ள அசுத்தங்களான ஆக்ஸிஜன் நைட்ரோஜன் என்பவற்றை அகற்ற இது பயன்படுகிறது. சில அலுமினியக் கலப்புக் களுக்கும் உதவுகிறது. டைடேனிய உப்புக்கள் பல வகைத் தொழிலுக்கு வேண்டியிருக்கின்றன. மண்பாண்டத் தொழிலில் பளபளப்புக்கும், கண்ணாடியில் நிறத்துக்கும் இவை தேவை. தோல், பருத்தி, பட்டு, கம்பளி முதலிய வற்றின் சாயத் தொழில், பல் கட்டுந் தொழில், காகிதம் முதலியவற்றை வெளுக்கும் தொழில்—இவற்றுக்கும் டைடேனிய உப்புக்கள் உதவுகின்றன. டைடேனிய டெட்ரா - குளோரேடு என்ற வாயு, சமீப யுத்தத்தில், விமானம் கப்பல் முதலியன இருந்த இடம் தெரியாமல் மறைக்கப் பெரிய புகைப் படலம் எழுப்பி மூட உதவிற்று. இதுவே ஆகாயத்தில் விளம்பரம் முதலியவற்றுக்கு விமான மூலம் எழுத்தெழுதவும் உதவுகிறது. டைடேனியக் கார்பைடு, மின்சாரத் தொழிலில் சில் கருவிகளுக்குப் பயன் படுகிறது.

தோரியம்

இது டைடேனியத்துக்கு இனமான உலோகம்; நிக் கெல் ஒத்த நிறம். உலோக ரூபத்தில் இதற்கு உபயோக மில்லை. இதன் ஆக்ஸைடுதான், ஒளிமிக்க மாண்டில் விளக்குக்குரிய மாண்டில் என்ற வலைக்கு உபயோகமாகி றது. திருவாங்கூர் கடற்கரையில் கிடைக்கும் மோன ஸைட் என்ற மணலில் இது மிகுதியாய்க் கிடைக்கிறது. இதிலுள்ள தோரிய உப்பு சுமார் 5 - 10 சதவீதமிருக்கும். இதிலிருந்து தோரியம் நைட்ரேட் செய்து மாண்டிலுக்கு உபயோகிக்கிறார்கள். 1911 வரையில் பிரேஸில்தான் உலகத்துக்குத் தோரியம் தந்துவந்தது. இப்போது இந்திய உற்பத்தி அதிகம். 1918இல் உற்பத்தி மிக அதி கம்; 2118 டன் மோனஸைட்; இதன் விலை மதிப்புச்

சுமார் 9 லட்ச ரூபாய். பின்னர் உற்பத்தி குறைந்துவிட்டது. மோனஸைட் தாதுவின் தரத்தைப் பொறுத்த வரையில், இந்தியத் தாதுவே மிகவும் மேலானது.

ஸிர்கோனியம்

மாண்டில் விளக்குக்கள் உண்டான புதிதில், ஸிர்கோனிய நைட்ரேட் உப்பில் தோய்த்து வேலை செய்துகொண்டிருந்தார்கள். பின்னர், தோரிய நைட்ரேட் உப்பு இதற்கு உபயோகப்பட்டு வருகிறது. ஸிர்கன் என்ற பெயருடைய ஸிர்கோனிய ஸிலிகேட் உப்புக்கட்டி, பதுமராகம் போன்ற ஓர் அருமணியாக வழங்குகிறது. பழுப்பு அல்லது மங்கலான செந்நிறம் இதற்குண்டு. தென்னிந்தியாவில் திருவாங்கூர், கோயம்புத்தூர், விசாகப்பட்டினம் முதலான இடங்களில் ஸிர்கோனியத் தாது கிடைக்கிறது. திருவாங்கூர் மோனஸைட் மணலில் இத் தாதுவும் கூடவே இருப்பதுண்டு. 1937இல் உலக உற்பத்தி 9,000 டன். இதில் பிரேஸில் 2,300 டன்; திருவாங்கூர் 1,300; ஆஸ்திரேலியா 5,250 டன்.

ஸிர்கோனிய ஆக்ஸைடு உப்பு, 2,300 டிகிரிவரை உஷ்ணம் தாங்கும். எனவே, பிளாட்டினம் (உருகு நிலை 1,755 டிகிரி) உருக்க, இவ்வுப்பாலான கிண்ணம் உபயோகிப்பார்கள். உஷ்ணத்தால் இது விரியாது, அரிபடாது, வெடிக்காது, உறுதியும் இதற்கு அதிகம். எனவே, இவ்வுப்பு, சூடேறுக் கல்லாக மின்சார உலைக்கூடங்களில் உதவுகிறது. வர்ணம், உப்புத்தாள் முதலியவற்றிலும் உதவுகிறது.

ஸிர்கோனிய உலோகத்தூள், அதிகப் பிரகாசம் தரவேண்டிய புகைப்பட விளக்குக்களில் பயன்படுகிறது. ஸிர்கோனியக் கலப்புலோகங்கள் சிலவுள்ளன; அலுமினியம், மாங்கனீஸ், ஸிலிகன், நிக்கெல் முதலியவற்றோடு இது சேர்க்கப்பெறும். நிக்கெல்-ஸிர்கோனியக் கலப்பு, திராவகத்தால் அரிபடாது, துருவேறாது; திண்மை மிக்கது; விரைந்தியங்கும் இயந்திரக் கத்தியாக உதவுகிறது. இருப்பு-ஸிர்கோனியக் கலவை, எஃகு செய்யும் முறையில் குப்பைத் தொழில் செய்கிறது; ஆக்ஸிஜன் நைட்ரொஜன்

என்பவற்றை அகற்றுகிறது. எஃகுக்கும் இது சேர்க்கப் பெறுகிறது. ஒருவகை பிரெஞ்சு எஃகில் 3 சத வீதம் நிக்கெல், 0·34 சத வீதம் ஸிர்கோனியம் சேர்த்துப் போர்க் கவசத்துக்கு உபயோகித்தார்கள். தவிர, 15 சத வீதம் ஸிர்கோனியம் சேர்த்த செப்புக் கலப்பு, அதிக நெகிழ்ச்சி யோடு, உறுதியும் பெற்றது.

டான்டலம்

அதிகம் கிடைக்காத ஓர் அபூர்வ உலோகம்; வெண் ணிற முடையது, திண்மை மிக்கது, கம்பி யிழுக்க வரும். எளிதில் உருகாது; இதன் உருகு நிலை சுமார் 2250 டிகிரிக்கு அதிகம். இரும்பும் மாங்கனீஸும் கூடிய ஆக்ஸைடு ரூபத் தில் இது ஆஸ்திரேலியா தேசத்தில்தான் அதிகமாய்க் கிடைக்கிறது. சுமார் 1909இல் அங்கு 100 டன் ஏற்று மதியாயிற்று. பின்னர், இவ்வுலோகத்துகருத் தேவை ஏற்படாமையால் உற்பத்தி பெருகவில்லை. இப்போது, மேற் சொன்ன ஆக்ஸைடானது, டான்டலைட் என்ற தாது ரூபத்தில், வருஷம் 150 டன் உற்பத்தியாகிறது. உற்பத்தி செய்யும் பிற நாடுகள் - காங்கோ, யுகாந்தா, தென்னாப்பிரிக்கா, பிரேஸில், ரொடீஷியா.

இன்றைய மின்சார விளக்குக்களில் எரியும் கம்பி யாக முன்னமே கரிக் கம்பியை உபயோகித்தார்கள். 1905 முதல் 1911 வரையில், கரிக்குப் பதில் டான்டலம் வழங்கிற்று. பின்னர்தான் இன்றுள்ள டங்ஸ்டன் கம்பி வந்தது. இன்னும்கூட, சில அபூர்வ மின்சார வேலை களுக்கு, டங்ஸ்டன் கம்பியை விட டான்டலமே தக்கதா யிருக்கிறது.

கண்ணாடியை அரித்துவிடும் சக்தி வாய்ந்த ஹைட்ரோ - புளோரிக் ஆஸிடு என்ற திராவக மொன்று நீங்கலாக, மற்றெந்தத் திராவகத்தாலும் இவ்வுலோகம் சாமானிய மாய் அரிபடுவதில்லை. இதனால் இதற்கு எதிர் காலத் தில்சிறந்த உபயோக மேற்பட இடமுண்டு. விலை அதிக மானபடியால், இப்போது இதற்கு உபயோகம் குறைவு தான். எனினும் மின்சாரத் தொழிலில், ரேடியோ முதலானவற்றுக்கும் பிறவற்றுக்கும், பிளாட்டினம் உபயோகித்த இடத்தில் இப்போதெல்லாம் டான்டலம்

உபயோகிக்கிறார்கள்; இதன் விலை குறைவு - பிளாட்டின விலையில் 12இல் ஒரு பங்குதான். எலும்பு ஒட்டும் சத்திர சிகிச்சை, பல் கட்டுந் தொழில் முதலியவற்றில் இதை 1941 முதல் டாக்டர்கள் உபயோகிக்க ஆரம்பித்திருக்கிறார்கள்.

மற்றொரு முக்கிய உபயோகம், எஃகுத் தொழில் சம்பந்தப்பட்டது. 60—70 சத வீதம் டான்டலம் கலந்த எஃகானது, வில்லும், அறுக்கிற வாளும் செய்ய உதவுகிறது. வெட்டும் கத்தி முதலியவற்றுக்குச் சிறந்ததாகிய டங்ஸ்டன் கார்பைடு என்பதோடு இதையும் சேர்த்துக் கொள்வதுண்டு. அன்றியும், துரு ஏற்படக் கூடாத இடங்களில் உபயோகிக்க இரும்பு, நிக்கெல், டங்ஸ்டன், மோலிப்டினம், குரோமியம் முதலியவற்றுடன் இவ்வுலோகமும் சேர்கிறது. மிகவும் திண்மையான வஸ்துக்களில் டான்டலம் கார்பைடு என்பதும் ஒன்று; ஏறக் குறைய வயிரத்தின் திண்மை இதற்கிருக்கிறதாம்.

நியோபியம்

கொலம்பியம் என்பது இதன் மற்றொரு பெயர். எல்லா விதத்திலும் இது டான்டலத்தை ஒத்தது; அதற்கு இனமானது. அது பயன்படும் இடமெல்லாம் இதுவும் பயன்படுகிறது. இரும்பு, மாங்கனீஸ் என்ற இரண்டுடன் கூடிய ஆக்ஸைடாக, இதன் தாதுவான கொலம்பைட் என்பது மேற் சொன்ன டான்டலைட் அகப்படுமிடமெல்லாம் அகப்படுகிறது. வருஷத்தில் சராசரி 500 டன் தாது உற்பத்தியாகிறது. குரோமிய எஃகில் சேர்க்க இவ்வுலோகம் உதவுகிறது. புள்ளி யிணைப்பு வேலைக்கு இவ்வுலோகம் எளிதில் வரும்.

39. அரை யுலோகங்கள்

இரும்பை உலோக மென்று சொல்லுகிறோம்; கந்தகத்தை உலோக மன்று, அலோக மென்று சொல்லுகிறோம். இப்படித் திட்டமாக இதுவா அதுவா என்று சொல்லமுடியாத தனிப் பொருள்கள் அல்லது தனியங்கள் சில இயற்கையில் உள்ளன. சில சமயம் மட்டுமே இவற்றினிடம் உலோகத் தன்மை காணப்படுவதால், இவற்றை அரை யுலோகங்கள் என்று சொல்லுகிறார்கள். இவை பின் வரும் ஆறு: ஆர்ஸெனிக் (பாஷாணம்), ஆண்டிமொனி (நீலாஞ்சனம்), பிஸ்மத், ஸெலெனியம், ஸிலிகன், தெல்லூரியம என்பன. இவற்றுள், ஸெலெனியத்தை முன்னமே (அத்தியாயம் 37) பார்த்திருக்கிறோம்.

ஆர்ஸெனிக்

நவ பாஷாண மென்று நம்மவர் இதைக் கூறுவார்கள்; ஆர்ஸெனிக் ஸல்பைடுதான் இப்படி வழக்கத்திலுள்ளது. தனி ஆர்ஸெனிக், சாம்பல் நிற முள்ளது. இதற்கு உபயோகம் குறைவு. பெரும்பான்மையும் இது தங்கம், செம்பு போன்றவற்றை உருக்கி எடுக்கும்போது கலந்து கிடைக்கிறது. பொன், செம்பு, ஈயம், காரீயம், துத்தநாகம், டங்ஸ்டன் முதலியவை எடுக்கும் சுரங்கங்களில் ஆர்ஸெனிக் உப்பும் கலந்து மிக்க தொந்தரவு கொடுப்பதுண்டு. இக்காலத்தில் இது ஸ்வீடன் தேசத்தில் ஏராளமாய்க் கிடைக்கிறது. போலிடென் என்ற இடத்திலுள்ள இந்தச் சுரங்கத்தில் எடுக்கும் தாதுவில் 10 சத வீத ஆர்ஸெனிக்கும், 30 சத வீதக் கந்தகமும் கிடைக்கின்றன. இதில் ஒரு டன்னுக்கு $2\frac{3}{4}$ பவுன் தங்கமும் $2\frac{1}{4}$ அவுன்ஸ் வெள்ளியும் கூடவே இருக்கின்றன. இந்த ஒரு சுரங்கமே அளவற்ற காலம் உலக முழுமைக்கும் தேவையான ஆர்ஸெனிக் தருமாம்.

இது கிருமி நாசினியாகத்தான் உபயோகமாகிறது. களைகளை ஒழிக்கவும், எலி, பூச்சி முதலியவற்றைக் கொல்லவும், பருத்தி, உருளைக்கிழங்குப் பயிர் முதலியவற்றில் வரும் வண்டுகளைக் கொல்லவும் இது பயன்படுகிறது.

இதிலுள்ள விஷத்தன்மை பற்றி. இது, காரீய ஆர்ஸேனேட் அல்லது செப்பு ஆர்ஸேனேட் என்ற ரூபத்தில் மரத்தில் பூசும் வர்ணத்துக்கும், தோல் பதனிடுவதற்கும் உபயோக மாகிறது. உற்பத்தியாகும் ஆர்ஸெனிக்கில் ஐந்தில் ஒரு பங்கு களையழிக்கச் செலவாகிறது.

ஆர்ஸெனிக் ஆக்ஸைடு உப்பு, கண்ணாடியில் இரும்புக் கலப்பிருப்பதால் வரும் பச்சை நிறத்தை நீக்க உதவு கிறது. அபூர்வமாய் ஆர்ஸெனிக்கைச் செம்புடன் கலப்ப துண்டு; ஆயிரத்தில் 1 பங்கு அல்லது 4 பங்கு இப்படிச் சேரும். உருக்கிய காரீயத்தில் ஆயிரத்தில் 4 பங்கு வீதம் சேர்த்து துப்பாக்கி ரவை செய்ய உபயோகிப்பது முண்டு.

ஆண்டிமொனி

இது அரை யுலோகங்களுள் ஒன்று. இப்பெயரால் இது நம்மவருக்குத் தெரியாவிட்டாலுங்கூட, நீலாஞ்சனம் அல்லது நீலாஞ்சனக் கல் என்ற பெயரால் இது பழக்கமா யிருக்கிறது. நீலாஞ்சனமென்பது கருநிற முடைய ஓர் இயற்கைத் தாது; இதை பொடிபண்ணிக் கண்ணுக்கு மை யிடுவது வழக்கம். இரசாயன பரிபாஷையில் இதை ஆண்டிமொனி ஸல்பைடு என்பார்கள். (ஆண்டிமொனி உலோக அணு இரண்டும் கந்தக அணு மூன்றும் கூடிய உப்பு.)

தனி ஆண்டிமொனி என்பது ஈயம் போன்ற வெண்ணிறமுடைய பொரபொரப்பான உலோகம்; படிகம் போன்ற அமைப்புடையது; சுத்தியால் அடித்தால் மாவாக நொறுங்கிவிடும். தனி உலோகமாக இதற்கு உபயோகமில்லையாயினும், ஈயம், காரீயம், செம்பு முதலிய வற்றுடன் கலந்து பலவகை வேலைகளுக்கு உதவுகிறது. இதன் உப்புக்கள் வர்ணவேலையிலும், மருந்து செய்வதி லும் பயன்படுகின்றன.

ஆண்டிமொனித் தாது தரும் முக்கிய நாடு சீனம். சராசரி வருஷ உற்பத்தி 40 ஆயிரம் டன். இதில் சீனம் ஏறக்குறைய 15 ஆயிரம்; மெக்ஸிகோ 7; பொலீவியா 5; யூகோஸ்லேவியா, செக்கோஸ்லோவகியா முதலானவை ஓராயிரம் டன்னுக்கு அதிகம்; இத்தாலி, அமெரிக்கா,

ஜப்பான் முதலியவை இன்னும் குறைவு. பர்மாவிலும், மைசூர், மத்திய மாகாணங்கள் முதலிய பகுதிகளிலும் சொற்ப அளவு காரீயத்தோடு கலந்து கிடைக்கிறது. நன்ருய்ச் சுத்தம் செய்த ஆண்டிமொனிக் கட்டிகளில் புள்ளி புள்ளியாயிருப்பதால், அவற்றை 'நட்சத்திர ஆண்டிமொனி' என்று குறிப்பிடுவதுமுண்டு.

கந்தகத் திராவகம் பட்டுக் கெடாமலிருக்கவேண்டிய மின்சாரக் கலங்களில், கெட்டிக் காரீயம் என்ற காரீயம் உபயோகிப்பார்கள்; இதில் ஆண்டிமொனி 44-8 சதவீதம் கலந்திருக்கும். தவிர, கடலில் போட்டுள்ள தந்திக் கம்பி டெலிபோன் கம்பி முதலியவற்றின் உறையிலும் இவ்வகை ஆண்டிமொனி கலந்த காரீயம் பயன்படும். போர்க்கருவிகளான வெடிகுண்டு, பீரங்கிக் குண்டு முதலியவற்றிலுள்ள காரீயத்திலும் இது கலந்திருக்கும்.

தேய்மானமே அற்ற உலோகம் என்று பெயர் பெற்றது, பாப்பிட் மெட்டல் என்ற பெயருடைய ஒரு கலப்புலோகம். இது 83 பங்கு ஈயம் 11 பங்கு ஆண்டிமொனி 7 பங்கு செம்பு கலந்திருக்கும். அச்செழுத்துக்கள் காரீயமும் ஆண்டிமொனியும் கலந்த உலோகத்தால் வார்க்கப்பட்டவை; சிறிது ஈயமும் செம்பும் இவற்றில் சேரும். ஆண்டிமொனி சேர்வதால், காரீயம் உறுதி பெறுகிறது; உருக்கி வார்த்தபின் குளிர்ந்து உறையும்போது, சற்றே விரிவதால், எழுத்துக்கள் மிகத் தெளிவான துள்ளியமான உருவமும் பெறுகின்றன. சாதாரண அச்செழுத்தைவிட, மானேடைப், லினேடைப் என்பதில், ஆண்டிமொனி அதிகம் சேரும்; 10—15 சதவீதம் உண்டு. ஸ்டீரியோடைப் என்பதில் 23 சதவீதம் உண்டு.

கரண்டி, தட்டு, மூடி முதலியன செய்ய, பிரித்தானிய உலோகம் என்பது உபயோகிக்கிருர்கள். இதுவும் ஆண்டிமொனிக் கலப்பு. மாதாகோயில் முதலியவற்றுள் கல்லீயப் பாத்திரங்கள் வழங்கும்; முன்னெல்லாம் இவை காரீயம், ஈயம், ஆண்டிமொனி என்ற மூன்றும் கூட்டிச் செய்யப் பெறும்.

ஆண்டிமொனி ஸல்பைடு என்ற உப்பு, நிறங் கொடுக்க ் கண்ணுடிவேலையில் பயன்படுகிறது; அப்படியே

ரப்பர் தொழிலிலும், சிவப்பு நிறம் தர உதவுகிறது. தீப் பெட்டிகளில், அபாயமற்ற குச்சி என்ற இப்போதைய சாமானியக் குச்சிகளிலுள்ள ஸல்பைடு மருந்தில் 3 சத வீதமும் பெட்டியிலுள்ள மருந்தில் 8 சத வீதமும் இந்த ஸல்பைடு சேர்ந்திருக்கிறது.

பிஸ்மத்

உலகத்தில் உற்பத்தியாகும் பிஸ்மத்தில் முக்கால் பங்கு மருந்துக்கும் வாசனைப் பொருள்களுக்குமே செல வாகிறது. பிஸ்மத் என்பது, பொரபொரப்பான சாம்பல் நிற உலோகம். இயற்கையில் இது தனியாகவும் ஸல்பைடு உப்பாகவும் கிடைக்கிறது பெரும்பாலும் செம்பு காரீயம் தங்கம் வெள்ளி என்பவற்றைத் தாதுக்களிலிருந்து பிரித் தெடுக்கும்போது கூடவே சிறிது பிஸ்மத்தும் கிடைக் கிறது. டங்ஸ்டன், ஈயம் என்பவற்றோடும் கிடைப்ப துண்டு. சராசரி வருஷ உற்பத்தி 1500 டன். பெரு, கானடா நாடுகளில் உற்பத்தி அதிகம். ஆஸ்திரேலியாவில் முன்னமே அதிகம் கிடைத்தது. இப்போது கிடைப்பதில்லை. பர்மாவில் சொற்ப பிஸ்மத் கிடைக்கும்.

பிஸ்மத்தும் பாதரசமும் சேர்ந்த கலப்பு, பல்கட்டும் தொழிலில் உதவுகிறது ; இது குளிர்ந்தபின் விரியுமாத லால், சில வேலைக்கு மிக்க பயனுடையது. ஈயம், காரீயம், பாதரசம், காட்மியம் என்பவற்றோடு கூட்டி, உருகி ஒட்டத்தக்க கலப்புலோகம் செய்ய, பிஸ்மத் பயன் படுகிறது. இக் கலப்புக்கள் பெரும்பான்மையும் கொதி நீரில் உருகிவிடும். உட் - கலப்பு என்பதைக் கலப்பு லோகத்தைக் குறித்த பகுதியில் (அத்தியாயம் 40) விரி வாய்ப் பார்ப்போம். இதில் பெரும் பகுதி பிஸ்மத்து லோகம், குழாய்களை வளைக்கப் பிஸ்மத்துக் கலப்பு உப யோகமாகும். இதை உருக்கிக் குழாயில் நிரப்பிக் குழாயை வளைத்து விட்டுப் பின், கொதி - நீராவியைச் செலுத்தினால், பிஸ்மத்துக் கலப்பு உருகி வந்துவிடும். பிஸ்மத் நைட்ரேட் என்ற உப்பு எக்ஸ்ரே கிரணத்தைத் தடுக்கும்; வயிறு, குடல் முதலியவற்றைப் படமெடுக்க வேண்டியிருந்தால், இவ்வுப்பை உட்கொள்ளச் செய்வ துண்டு.

தெல்லூரியம்

பொன், வெள்ளி செம்பு முதலியவை இதனுடன் கலந்து, தெல்லூரைடுகளாய்க் கிடைக்கும். செம்பை மின்சாரத்தின் மூலம் வேறு பிரித்தெடுக்கும்போது, தெல்லூரியமும் தனியே கிடைக்கிறது. 100 டன் செம்பு எடுத்தால் சுமார் 3 முதல் 67 பவுண்டு வரையில் தெல்லூரியமும் கிடைக்கும். (ஒரு டன் என்பது 2240 பவுண்டு.) பத்து வருஷத்துக்குமுன், வருஷ உற்பத்தி ஒரு டன்தான். யுத்தத்துக்கு முந்தி இது சராசரி வருஷம் 33 டன் உற்பத்தியாயிற்று. உற்பத்தி செய்யும் நாடுகள் கானடாவும் அமெரிக்காவுமே.

சுத்தமான தெல்லூரியம் சாம்பல் போன்ற வெண்ணிற முடையது. இதற்கு விசேஷ உபயோகம் எதுவுமில்லை. ஆயினும், அலுமினியம், மக்னீஷியம், முதலியவற்றோடு கலக்க உதவுகிறது. கண்ணாடிக்கும் பீங்கானுக்கும், நீல நிறம், பழுப்பு நிறம் தர இது உபயோகமாகிறது. ரேடியோ, புகைப்படத் தொழில், மருந்து, இரசாயனம் முதலியவற்றிலும் இதற்குச் சொற்ப உபயோகமுண்டு.

ஸிலிகன்

ஸிலிகன் அரையுலோகங்களுள் ஒன்று; இதில் உலோகத் தன்மை குறைவென்று சொல்லலாம்; மணல், களி முதலியவற்றுள் பெரும் பகுதி ஸிலிகன்தான். பூமியின் மேற்புறணியில் கால்பங்குக்கு மேலாக ($27\frac{1}{2}$ சதவீதத்துக்கு அதிகமாக), ஸிலிகனே அடங்கியிருக்கிறது. அலுமினியம், செம்பு, இரும்பு முதலான உலோகங்களை உருக்கி எடுக்கும்போது அதிக அளவு ஸிலிகனும் அவற்றோடு கலந்துகொள்வது இயற்கையேயாகும். வெப்பக் காற்றுலையில் தயார்செய்யும் உருக்கிரும்பில் 3 சதவீதம் ஸிலிகன் கலப்பிருக்கும்.

ஸிலிகன் தனியாக இருப்பதில்லை, ஆக்ஸைடு ரூபத்தில் தான் இருக்கும். பால் நிறமுடைய ஒபல்மணி, பதுமராகம், சந்திரகாந்தம், புஷ்பராகம், குருவிந்தம், மரகதம், நீலம் முதலான பலவகை மணிகளும் ஸிலிகன் சம்பந்தப்பட்டவைகளே.

இரும்பில் ஒரு சத வீதமுள்ள ஸிலிகன் கலந்து, மாங்கனீஸும் கூட்டி, மோட்டார் வில்லுக்கும், இருப்புப் பாலத்துக்கும் உபயோகிப்பதுண்டு. இப்படியே அலூமினியக் கலப்புலோகங்களிலும் இதற்கு விசேஷ உபயோகமுண்டு.

40. கலப்புலோகம்

கலப்புலோகங்களை மக்கள் நெடுங்காலமாக அறிந்திருந்தார்கள். முதன் முதல் அறிந்த உலோகமே, கலப்புலோகமான வெண்கலந்தான். தவிர, பித்தளை (செம்பு-துத்தநாகம்), வெண்கலம் (செம்பு-ஈயம்), தரா (செம்பு-காரீயம்) என்று நம்மவர் பண்டைக் காலந்தொட்டு வழங்கிய உலோகங்கள் கலப்புலோகங்களே யாகும். இரண்டு மூன்று உலோகங்களை ஒன்று கூட்டிக் கலப்புலோகம் செய்யும்போது, அவரவர் அனுபவத்தையும் கைப்பழக்கத்தையும் ஒட்டி, வெவ்வேறு அளவுப்படி கலப்பார்கள்; இந்த அளவுக்கு ஏற்றபடி, குறித்த ஒரு பெயருள்ள கலப்புலோகம் வெவ்வேறு தன்மையுடையதாயிருக்கும்.

வெண்கலத்தை உதாரணமாய்ச் சொல்லலாம். நாச்சியார் கோவில் (கும்பகோணம்) வெண்கலம், காளத்தி வெண்கலம், காசி வெண்கலம், பாலக்காட்டு வெண்கலம் என இவை பல்வேறு வகையாக நாம் அறிந்திருக்கிறோம். இவற்றுள், முதல் வகை மஞ்சள் நிறம்; இரண்டாவது சிவப்பு நிறம்; மூன்றாவது வெள்ளை நிறம். தவிர, சில வகை வெண்கலம் கைக்கவே கைக்காது; சில வகை கொஞ்சம் கைக்கும். எனவே, இவ்வேறுபாடுகளனைத்துக்கும் காரணம், கலப்பிலுள்ள அளவு என்பது தெளிவு.

புராதனமாக நம் நாட்டில் அறிந்த உலோகங்கள் சிலவே யானபடியால், கலப்பும் குறைவு. இக் காலத்தில் உலோகங்கள் அதிகமாய்த் தெரிய வந்துள்ளன; ஆராய்ச்சியும் மிகுதியாக வளர்ந்திருக்கிறது. இவற்றால் கலப்புலோகத் தொழிலும் முறைகளும் பலவிதமாய்ப் பெருகியும் விரிந்தும் இருக்கின்றன. இக் காலத்து மோட்டார்

காரொன்றைக் கவனித்தால், எத்தனை உலோகங்கள் உள்ளனவோ, ஏறக்குறைய அத்தனையும் பலவகையில் கலந்த கலப்புலோகங்களாய் அதனுள் உபயோகப் பட்டிருப்பது புலப்படும். மோட்டார் உற்பத்தி செய்பவர்கள் சிற்சில பகுதிகளைச் சிற்சில அளவுப்படிக் கலந்து செய்வார்கள். உற்பத்தி நிலையத்துக்கு நிலையம், இந்த அளவு வேறு யிருக்கும். இவ் வேற்றுமை நீங்கலாக, பொதுவான கலப்பு லோகப் பகுதிகள் கீழ்க்கண்ட விதமிருக்கும் :

மோட்டாரில் அடங்கிய உலோகப் பாகங்களில் பெரும்பகுதி எஃகு; மெல் எஃகு, உடலிலும் சிறகுகளிலும் உண்டு; வேறு பலவகை எஃகுகள் பலவேறு பாகங்களில் உபயோகப் பட்டிருக்கும். ஸிலிண்டர் முதலிய இயந்திரப் பகுதிகொண்ட பெரும் கட்டி முழுவதும், வார்ப்பிரும்பு; ஸிலிண்டரிலிருக்கும் பிஸ்டன் மட்டும் அலுமினியக் கலப்புடையதா யிருக்கலாம். மோட்டாரின் போக்கு முதலியவற்றுக்கு ஆதாரமான 'கியர்' பெட்டி, அலுமினியம் அல்லது மக்னீஷியம் கலந்தது. சுழலும் பகுதிகளிலுள்ள குண்டமைப்பு ஈயம் அல்லது காரீயக் கலப்பாயும் அலுமினியக் கலப்பு அல்லது அலுமினிய வெண்கலமாயும் இருக்கலாம். கதவுகளின் பிடி முதலியன, துத்தநாகக் கலப்பு, குரோமியம் அல்லது நிக்கெல் பூச்சு. விளக்கு முதலியவற்றில் நிக்கெல் அல்லது வெள்ளி பூசிய பித்தளை. வேறு சிறு பகுதிகளில் காட்மியம் மாங்கனிஸ் முதலியன உபயோக மாகின்றன; டங்ஸ்டனும் உபயோகமாகிறது.

இவ்விதம் பிரித்துப் பார்க்கையில், மோட்டாரின் எல்லாப்பகுதிகளிலும் பெரும்பாலும் கலப்பு லோகமிருக்கிறதேயன்றி, தனியுலோகம் எதுவும் இருப்பது அருமையாய்த் தானிருக்கிறது. செம்பு ஒன்றுதான் கொஞ்ச அளவு தனி உலோகமாக உபயோகப்பட்டிருக்கிறது: மின்சாரக் கம்பி பெட்ரோல் குழாய் முதலிய சில பாகங்கள் தனிச் செம்பு. கலப்புலோகங்களுக்குப் பதிலாக தனிச் செம்பு, தனி இரும்பு, தனி அலுமினியம் என்றே உபயோகித்திருந்தால், வேகமும் வெப்பமும் தாங்காமல் கொஞ்சம் ஓடியவுடனே மோட்டார் சீர்குலைந்து நின்று

போய்விடும். தனியுலோகங்களுக்குச் சில அரிய இயல்புகள் இருக்கின்றன. மின்சாரம் வெப்பம் என்பவற்றைத் தனியுலோகங்களே நன்ருய் ஏற்கும். எனினும் இயந்திரக் கட்டு வேலைகளில் அதிக உறுதி தேவையாயிருப்பதால் தனியுலோகங்களைவிடப் பலமடங்கு உறுதி பெற்ற கலப்புலோகங்களே ஏற்றவையாயுள்ளன. கலப்பு என்பதில் இரண்டு அம்சங்கள் சிறப்பானவை; ஒன்று கலப்பு, அதாவது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட உலோகங்களின் சேர்க்கை; மற்ருென்று குறித்த சேர்க்கையைக் காய்ச்சியோ குளிரவைத்தோ பக்குவப்படுத்துவது; சூட்டுப் பக்குவம் என்று இதைச் சொல்வோம்.

கலப்புலோகம் என்பது, ஓர் உலோகமும் மற்ருென்றும் நெருங்கிக் கலந்திருப்பது; சில சமயம் உலோகமல்லாத அலோகத்தோடும் கலக்கச் செய்வதுண்டு. எஃகு என்பது பொதுவாய் இரும்பும் கரியும் கலந்தது. இவற்றுள் இரும்பு உலோகம், கரி அலோகம். பித்தளை, தரா முதலியன உலோகம் மட்டுமே கலந்தவை. உலகத்தில மொத்தம் சுமார் 5,000 வகையான கலப்புலோகங்கள் வழக்கத்திலுள்ளனவாம். தங்கத்தால் பொய்ப் பல் கட்டிக் கொள்கிருர்களல்லவா? இத் தங்கத்தில் மட்டும் 150 விதக் கலப்பிருக்கிறது.

செய்யும் முறைகள்

முற்காலத்தில் கலப்புலோகம்செய்வதென்ருல்,குறித்த இரண்டு உலோகங்களின் தாதுக்களை ஒன்ருய்ச் சேர்த்து உருக்கிச் சேர்ப்பார்கள். தாதுவிலிருந்து உலோகங்கள் தனிப்படும்போது, அவை தாமே ஒன்ருய்க் கலந்து கொள்ளும். செம்புத்தாது ஈயத்தாது இரண்டையும் கலந்து காய்ச்சியபோது, வெண்கலம் கிடைத்தது, அப்படியே செம்புத்தாது துத்தநாகத்தாது இரண்டிலிருந்தும் நேரே பித்தளை எடுத்தார்கள். மோனெல் கலப்புலோகம் என்பது, நிக்கெலும் செம்பும் கலந்த, களிம்பேருத ஒருவகைக் கலப்புலோகம்; கானடாவில் ஸட்பரி என்ற இடத்தருகே இவ்விரண்டின் தாதுக்களும் கலந்தே கிடைக்கின்றன. இவற்றைப் பிரிக்காமல் சேர்த்துக் காய்ச்சியே இன்னும் இக்கலப்புலோகம் செய்துவருகிருர்கள்.

எனினும், பொதுவாய்க் கலப்புலோகங்களை இங்ஙனம் செய்ய வியலாது. குறித்த உலோகங்கள் இன்ன அளவுப் படித்தான் கலக்க வேண்டும் என்று வரையறை வைத்திருக்கிறார்கள். ஆகவே, கலப்பு சிறக்க வேண்டுமானால், இந்த அளவுப்படி அவற்றைத் தனியே உருக்கிக் கலப்பது இன்றியமையாதது. உலோகத்தாதுக்களிலும் உலோகங்களிலுமுள்ள அசுத்தத்தை, கலக்குமுன் நீக்குவது ஒரு முக்கிய வேலை. பெரிய உலோகத் தொழிற்சாலைகள், தாதுவிலிருந்து உலோகத்தைப் பிரித்தெடுக்கும் வேலையை மட்டும் செய்கின்றன. திட்டப்படி உலோகங்களைக் கலந்து கலப்புலோகம் செய்யும் வேலையை வேறு தொழிற்சாலைகள் செய்கின்றன.

தனியுலோகங்களை முதலில் உருக்குவார்கள்; உருக்கித் திட்டப்படி கலந்து, மண் அச்சில் வார்ப்பார்கள், இது கட்டியாகி, பின்னர் வேண்டியபடி வேலைக்கு உபயோகப் படும். குறித்த ஒருவகை வெண்கலத்தில் செம்பு 80 பங்கும் ஈயம் 20 பங்கும் கலக்கிறார்கள் என்று வைத்துக் கொள்வோம். இக்கலப்பில் செம்பு அதிக மிருக்கிறபடியால், செம்பை இங்கு மூல உலோகம் என்று கூறலாம். கலப்புலோகம் தயாரிக்கும்போது, முதலில் இந்த மூல-உலோகத்தை உருக்கிக்கொண்டு, பின் மற்றவற்றைக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாய் அதில் சேர்த்துக் காய்ச்சி, இது அதில் உருகிக் கரைந்துபோகும்படி செய்வார்கள். உதாரணமாக, தண்ணீர்க் குழாய் முதலியன செய்கிற கன்னான், தன் வேலைக்கு ஏற்ற காரீயக் கலப்பு செய்து வைக்கிறான் என்றால், முதலில் காரீயத்தை உருக்கிக் கொள்வான். பின் அதில் கொஞ்சம் ஈயத்தைவிட்டு உருக்கி, இரண்டும் ஒன்றாய்க் கரைந்தபின், அவற்றைக் கட்டியாய் உறையச் செய்து வைப்பான். இக் கட்டியே அவன் வேலைக்குரிய கலப்புலோகம்.

பொதுவாகக் கலப்புலோகம் தயாரிப்பது இந்த முறையிலேயானாலும், சில உலோகங்கள் இப்படிக் கலக்க முடியாது, காரீயத்தில் ஈயத்தைக் கலப்பதற்குப் பதிலாக, அலுமினியம் கலப்பதென்றால் முடியாது. எண்ணெயும் தண்ணீரும் எப்படித் தனித் தனியே நிற்குமோ, அது

போல இவையிரண்டும் கலக்காமல் நின்றுவிடும். உருக்கி ஊற்றும்போது, கனமான காரீயம் அடியில் உறையும், லேசான அலுமினியம் மிதந்து மேலே உறையும்.

தவிர, உலோகங்களின் உருகுநிலை வெவ்வேறாயிருப்பதும், கலப்புலோகம் தயாரிப்பதில் மிக்க இடையூறானது. உதாரணமாக, செம்பு செ. 1083 டிகிரியில் உருகும். துத்தநாகம் செ. 419 டிகிரியில் உருகி, 907 டிகிரியில் கொதிக்கத் தொடங்கும். பித்தளை செய்வதற்கு இவ்விரண்டையும் கலந்தாக வேண்டும். செப்புக் கட்டியையும் துத்தநாகக் கட்டியையும் சேர்த்து வைத்து 1083 டிகிரிக்குமேல் காய்ச்சினால், இரண்டும் உருகும்; ஆனால் அந்த உஷ்ணத்தில் துத்தநாகம் கொதித்து ஆவியாகிக் காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவுடன் கலந்து துத்தநாக ஆக்ஸைடாகப் போய்விடும். ஆகவே, இந்த முறை பயன் படாது. மேலும், 907 டிகிரிக்குள் கலப்பதென்றால், நாகம் உருகி யிருக்கும், செம்பு உருகாது. எனவே இரண்டையும் உருக்கிச் சேர்ப்பது முடியாத காரியம். நடைமுறையில் முதலில் செம்பை உருக்கி வைத்துக்கொள்வார்கள். இதில் கொஞ்சம் கொஞ்சமாய் நாகத்தை உருக்காமல் கட்டியாகவே சேர்ப்பார்கள். நாகம் பெரும் பகுதி உருக உருக, செம்பில் கலந்துபோய் விடும். மிகவும் சொற்பப் பகுதிதான் கொதிப்பேறி ஆவியாகப் போகக்கூடும். இதன்பொருட்டு, பித்தளை செய்வதில், உபயோகிக்கும் துத்தநாகத்தில் இருபதில் ஒரு பங்கு அதிகமாகவே சேர்த்துக்கொள்வது வழக்கம்.

இதுவரை இரண்டு முறைகளைக் குறிப்பிட்டோம். சில சமயம் இரண்டும் பயன்படுவதற்கில்லை. உதாரணமாக, செம்பு-அலுமினியக் கலப்பு ஒன்றில், மூலஉலோகம் அலுமினியம், இது 92 பங்கு: செம்பு 8 பங்கு. இவை இரண்டின் உருகு நிலை முறையே செ. 660, 1083 டிகிரி. இவற்றைக் கலக்க வேண்டி, எட்டுப் பங்கேயுள்ள செம்பை அதிக உஷ்ணத்தில் உருக்கி வைத்துக்கொண்டு, அளவில் மிகுதியாக 92 பங்குள்ள அலுமினியத்தைக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாய்ச் சேர்ப்பது பயனற்ற வேலை. இப்படிச் செய்வதாயிருந்தால், காற்றிலுள்ள அசுத்தங்கள்

யாவும் உலோகத்துள் கலந்துவிடும். எனவே, இதன் பொருட்டு மூன்ருவது முறையொன்று செயல் முறையில் இருந்துவருகிறது.

முதலில், இடைக் கலப்புலோக மொன்று தயாரிக்கிருர்கள். இதில் செம்பும் அலுமினியமும் சமமாய்க் கலந்திருக்கும். இதன் உருகுநிலை, தனிச் செம்பின் உருகுநிலையைவிட மிகவும் குறைவானது. இக்கலப்பை 'இடைக் கலப்பு' என்று கூறுவோம். இக்கலப்பைத் தயார்செய்துகொண்டு, பின்னர் அலுமினியத்தை உருக்கு வாக்குவார்கள். அது உருகிய பின், திட்டப்படி இடைக் கலப்பைக் கலந்து, முடிவாய்த் தேவையான கலப்புலோகம் செய்வார்கள். மேலே அலுமினியம் 92 பங்கு, செம்பு 8 பங்கு என்று குறிப்பிட்டோம். 8 பவுண்டு செம்பும், 8 பவுண்டு அலுமினியமும் கலந்து இடைக் கலப்புத் தயாரிப்பார்கள். 84 பவுண்டு அலுமினியத்தை உருக்கி, இந்த 16 பவுண்டு இடைக் கலப்பை அதனுடன் சேர்த்து, 100 பவுண்டு முடிவான கலப்புலோகம் தயாரிக்கிருர்கள்.

இடைக் கலப்பில், இரண்டுலோகங்களும் சரிபாதியாய் இருப்பது அவசியமில்லை. வேறு எந்த அளவில் வேண்டுமாளுலும் இருக்கலாம்: இது அந்தந்த உலோகத்தின் தன்மையைப் பொறுத்தது. நிக்கெலும் அலுமினியமும் கலக்கும்போது ஒரு சமயம் இவை கால், முக்கால் என்ற அளவில் கலந்து இடைக் கலப்புத் தயாரிக்கிருர்கள். இயந்திரக் கருவிகளுக்குரிய எஃகு தயாரிக்கும்போது, முதலில் இரும்பு-மாங்கனீஸ், இரும்பு-குரோமியம் இரும்பு-ஸிலிகன் என்ற பல வகையான இடைக் கலப்புக்களைத் தயாரித்தே கலப்புலோகம் செய்கிருர்கள். தனி உலோகங்களை எடுப்பதை விட, இவ்விதக் கலப்புக்களாகப் பிரித்தெடுப்பது செலவு குறைவாயுமிருக்கிறது. செய்து முடித்த கலப்புலோகத்தை இரசாயன ரீதியாய்ச் சோதனை செய்து பார்த்து, என்ன வீதப்படி குறித்த உலோகங்கள் அக்கலப்புலோகத்தில் அடங்கியுள்ளன என்று வரையறை செய்த பின்னரே அதை வார்ப்புச்

சாலை, உலைக்கூடம் அல்லது தகட்டுச் சாலைக்கு அனுப்பு கிறார்கள்.

கலப்புலோகங்களின் உருகுநிலை

கலப்புலோகங்களின் உருகுநிலையை ஆராய்வது மிக வும் சுவையுடையது. வீட்டில் ஐஸ்-கிரீம் செய்து பழகிய வர்களுக்கு ஒரு விஷயம் ஞாபகமிருக்கும். ஐஸ்-கிரீம் என்ற பானம் செய்கிற கருவியில் உட்புறம் பாலை நிரப்பி வைத்து, வெளிப்புறம் பனிக் கட்டியும் (ஐஸ்) சாதாரண உப்பும் கலந்து போடுவதுண்டு; இக் கலவையால், திரவ ரூபமான பால், கட்டி ரூபமடையும். பனிக் கட்டியானது செ. 0 டிகிரி வெப்பததில் இருக்கிறது. உப்பும் பனிக் கட்டியுமாய்ச் சேர்ந்திருக்கும்போது, இந்தப் பூஜ்யம் என்ற எல்லைக்கும் கீழே, அதாவது சுமார் செ. 22 டிகிரி வரையில் வெப்ப நிலை குறைவாக இதில் இருக்கிறது. இதை—22 டிகிரி (மைனஸ் இருபத்திரண்டு டிகிரி) என்பார் கள். இதிலிருந்து நாம் அறிவது என்னவென்றால், உப் பும் பனிக் கட்டியும் கலந்தவுடனே, இவற்றில் குளிர்ச்சி (அதாவது பொதுவாய்ச் சொல்லுமிடத்து, வெப்ப நிலை) பனிக் கட்டியின் குளிர்ச்சியை விடப் பலமடங்கு அதிகக் குளிர்ச்சியாகிறது என்பதாகும்.

இங்கிலாந்தில், குளிர் காலத்தில் சாலைகளில் பனி உறைந்து விழுந்துபோயிருக்கும்போது, பனிக் கட்டியை உருகி ஓடச் செய்யும் பொருட்டு அதன்மீது உப்பைத் தெளிப்பார்களாம்.

இதுபோலவே, கலப்புலோகத்தின் விஷயத்திலும், உருகுநிலை மாறுகிறது. நிக்கெல் 1454 டிகிரியில் உருகும், செப்பு 1083 டிகிரியில் உருகும். இரண்டும் சம அளவில் கலந்த கலப்புலோகத்தை உருக்கி ஆறவைத்தால், 1312 டிகிரியில் உறைய ஆரம்பிக்கிறது; 1248 டிகிரியில்தான் முழுமையும் உறைகிறது.

காரீயமும் ஈயமும் சேர்ந்த கலப்பு, மேற் சொன்ன உப்பு - பனிக்கட்டி ஒத்தது. இவற்றின் உருகு நிலை, காரீயம் செ. 327 டிகிரி; ஈயம் 232 டிகிரி; ஆனால் கலப் பின் உருகுநிலை 183 டிகிரி; இரண்டையும் விடக் குறைவு. காரீயம் ஈயம் என்ற இரண்டையும் வெவ்வேறான

அளவில் கலந்து காய்ச்சி உருக்கிப் பின் உறைய வைத்தால், இக் கலப்பு வெவ்வேறு நிலையில் உறையத் தொடங்கும். ஆனால் முழுமையும் உறைந்து கட்டியாவது அதே 183 டிகிரியில்தான். சில அளவுகளை மாதிரிக்காகக் கீழே காணலாம்.

ஈயம் பங்கு	காரீயம் பங்கு	உறைய ஆரம்பிப்பது டிகிரி	உறைவது டிகிரி
90	10	217	183
80	20	209	183
20	80	279	183
62	38	183	183

இப்படிச் சில உலோகங்களைக் கலந்து உருக்கிச் செய்த சோதனைகளின்மேல், ஒரு கலப்புலோகம் மிகவும் குறைவான உஷ்ணத்தில் உருகுவது தெரியவந்திருக்கிறது. உட் என்பவர் இதைச் செய்து பார்த்தமையால், இது உட் - உலோகம் என்று வழங்கப் பெறும். இது பின்வரும் உலோகங்கள் கொண்டதாகும் : பிஸ்மத் 4 பங்கு, காரீயம் 2 பங்கு, ஈயம் 1 பங்கு, காட்மியம் 1 பங்கு; இக் கலப்பு 70 டிகிரியில் உருகும். மற்ருென்று-பிஸ்மத் 68, ஈயம் 18, காட்மியம் 14 கொண்டது; இது 60 டிகிரியில் உருகும். சில சமயம் விருந்துகளில் வேடிக்கை செய்ய எண்ணுவோர், இக் கலப்புலோகத்தால் தேக் கரண்டி செய்து வைப்பதுண்டு. தேநீர் பருகுவோர், தேநீரில் இக் கரண்டியை எடுத்துப் போட்டவுடன் கரண்டி உருகி ஓடித் தேநீரின் அடியில் ஒளிந்துகொள்ளும். (தேநீருக்கு விடும் நீர், கொதிக்கிற நிலையில், அதாவது 100 டிகிரியில் இருக்குமாதலால், 60 அல்லது 70 டிகிரியில் உருகக் கூடிய இவ் வுட் உலோகக் கரண்டி அந்நீரில் உருகுவதில் வியப்பில்லை.)

இப்படிப்பட்ட கலப்புலோகத்தால் ஓர் உபயோகமுண்டு. தீப்பற்றினால் அணைப்பதற்காக, வீடுகளில் தண்ணீர்க் குழாய்களை எங்கும் வைத்திருப்பதுண்டு. இவற்றில் சிறு துவாரங்கள் இருக்கும். இத் துவாரங்களை இந்த உட் - உலோகத்தால் அடைத்திருக்கும். குறித்த அறையில் எப்போதேனும் தீப்பிடித்தால், அப்போது

எழும் வெப்பக் காற்றால் இவ் வுலோக அடைப்பு உருகவே, குழாய்கள் திறந்துகொண்டு, நீரைத் தெளித்துத் தாமே தீயை அணைக்கும்.

கலப்புலோகத்தின் உறுதி

தாயைப் போலப் பிள்ளை, நூலைப் போலச் சேலை என்பது பழமொழி. இதே போல, அதிக உறுதியில்லாத இரண்டு உலோகங்களைச் சேர்த்தால் கிடைக்கிற கலப்பு லோகமும் விசேஷ உறுதியுடையதா யிராது என்று நாம் நினைப்போம். ஆனால் உண்மை வேறு விதம். சுத்தமான இரும்பு மிகவும் மிருதுவான உலோகம். சாதாரணக் கரியும் அப்படியே எந்தத் தொழில் முறைக்கும் பயன்பட வியலாத ஒரு வஸ்து. ஆனால், அதே இரும்போடு நூற்றி லொரு பங்கு அல்லது இருநூற்றிலொரு பங்கு இந்தக் கரி சேர்ந்தவுடனே, நமக்கு நல்ல எஃகு கிடைக்கிறது. இதற்கு எவ்வளவோ தோய்ச்சல் கொடுக்கலாம், எவ்வளவோ இதை உறுதி பெறச் செய்யலாம்; இந்தக் கலப்பிரும்பை ரெயில் தண்டவாளம் போடவும், சுடுவதற் கான துப்பாக்கி செய்யவுங் கூட உபயோகிக்க முடிகிறது.

இப்படியே செம்பு அலுமினியம் என்ற இரண்டும் அதிக உறுதியில்லாத உலோகங்கள். ஆனால் நூற்றுக்கு ஐந்து பங்கு வீதம் செம்பில் அலுமினியத் தாதுவைக் கலந்தால், நூற்றில் பத்துப் பங்கு அலுமினியம் கலந்து செய்கிற உலோகம், அலுமினிய வெண்கலம் (பக்கம் 93) என்று பெயர் பெறுகிறது; இதுசெம்பைப்போல் மூன்று மடங்கு உறுதி வாய்ந்தது. இப்படி இரண்டு உலோகங் களை உருக்கிக் கலந்து ஆறவைப்பதில் இரண்டு முறைகள் அனுஷ்டானத்தில் உள்ளன. ஒன்று சாதாரணமாய் உருக்கி ஊற்றியது தானே ஆறும்படி விடுவது; மற்றது விரைவில் குளிரச் செய்வது. இவ்விரண்டையும் முறையே மண் - வார்ப்பு, குளிர் வார்ப்பு என்று நாம் கூறுவோம். மண் வார்ப்பை விடக் குளிர் வார்ப்பு அதிக உறுதியுடைய தென்று சோதனைகள் மூலம் தெரிய வந்திருக்கிறது.

நூற்றில் பத்துப் பங்கு அலுமினியம் சேர்ந்தால் உறுதி மூன்று மடங்காயிற்று என்றறியும்போது, மேலும்

மேலும் அலுமினியம் சேர்த்தால், உறுதியும் அதிகரிக்கும் என்று எண்ணத் தோன்றும்; ஆனால் இப்படி உறுதி அதிகரிப்பதில்லை. வெறும் செம்பில் அலுமினியம் சேர்க்கச் சேர்க்க, அக் கலப்புலோகம் உறுதி அதிகமுடையதாகிறது. கலப்பில் பத்துப்பங்கு அலுமினியம் வந்தபோது தான், அதன் உறுதி உச்ச எல்லையை யடைகிறது. அதன் பின் உறுதி வர வரக் குறைகிறது. நூற்றுக்கு 13 பங்கு சேர்ந்தபோது, சுமார் 6 பங்கு சேர்ந்தபோது இருந்த உறுதிதான் இருக்கிறது. இதன் பின் திடீரென்று உறுதி மிகவும் குறைந்துபோய், 88 பங்கு அலுமினியம் மிச்சம் 12 பங்கு செம்பு என்ற அளவு வரையில், கலப்புலோகத்துக்கு உறுதி இருப்பதில்லை. இந்த அளவின் பின் அலுமினியம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க, கலப்புக்கு உறுதி உண்டாகிறது; இப்போது இது செம்பின் கலப்புலோகம் என்ற நிலை மாறி, அலுமினியத்தின் கலப்பாகிறது; ஏனெனில், இங்கு அலுமினியமே பெரும்பாகம். எனினும், முற்கூறிய அலுமினிய வெண்கலத்தின் உறுதி பின்னர் வருவதே யில்லை. செம்பு இவற்றுள் குறைவாகையால், இக்கலப்புக்கள் அலுமினியம் போலவே லேசா யிருக்கின்றன. இக் காரணத்தாலும், இவை சுமாரான உறுதி பெற்றிருப்பதாலும், இவற்றுக்குப் பல வேலைகளில் உபயோகமுண்டு.

குறித்த இரண்டு உலோகங்களை என்ன வீதப்படிக் கலந்தால் பயனுண்டு என்பது, கலப்பால் ஏற்படும் உறுதியைப் பொறுத்தது. எனினும், செம்பு-பொன், செம்பு-நிக்கெல் என்பவற்றை என்ன வீதப்படிக் கலந்தாலும், அக் கலப்புக்கு ஏதேனும் உபயோகம் இருந்து வருகிறது.

இதுகாறும் கூறியவற்றால், பொதுவாய்க் கலப்புலோகத் தொழிலின் தன்மையும் அவ் வுலோகங்களால் விளையும் பயனும் தெளிவாய் விளங்கும். உலோகங்கள் அறுபதுக்கு மேற்பட்டன. இவற்றுள் அதிகமாய் உபயோகப் படுபவை சுமார் முப்பது இருக்கும். இவற்றின் மூலம் இன்று உபயோகத்திலிருந்துவரும் கலப்புலோகங்கள் ஏறக்குறைய 5,000. தகுந்தபடி உலோகங்களைக் கலந்தால்

மூல உலோகங்களின் தன்மைகளைவிட வேறான சிறந்த தன்மைகள் பெற்ற கலப்புலோகம் உண்டுபண்ண முடியும். மூல உலோகங்களினும் வேறான உருகுநிலையும், சில சமயம் குறைவான உருகுநிலையும் உடைய கலப்புலோகங்களைத் தோற்றுவிப்பதும் சாத்தியம். சுத்தமான உலோகங்களைவிடக் கலப்புலோகங்கள் பல மடங்கு உறுதியும் திண்மையும் பெற்றிருக்கும்படி செய்யமுடியும். முன்னே குறிப்பிட்ட சூட்டுப் பக்குவ முறையால், சிலவற்றின் தன்மைகள் இன்னும் மேலாயிருக்கும்படியும் செய்யலாம். சிறப்பான இயல்புகள் வேண்டியிருந்தால் - அளவற்ற உறுதி,தேய்மானமின்மை, மின்சாரத் தடுப்பு, காந்த சக்தி, துரு வேறுமை, திண்மை முதலான இயல்புகள் வேண்டுமென்றால்-இதற்கென்று கவனம் செலுத்தித் தக்க சோதனைகள் செய்து, தகுதியான கலப்புலோகம் செய்ய நிச்சயமாய் முடியும்.

---

41. உருவம் அமைத்தல்

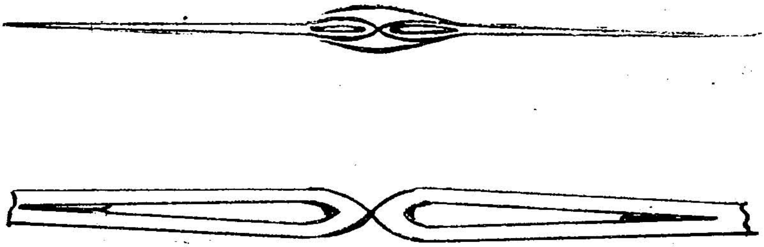
கோயிலில் மணி அடிக்கிற கண்டாமணி முதல், தைக்கிற நுட்பமான சிறிய ஊசிவரையில், எல்லாம் உலோகத்தாலாயின என்பதை நாம் அறிவோம். ஆனால் இவை யாவும் ஒரே முறைப்படி செய்யப்படவும் இல்லை,செய்யவும் முடியாது. ஒவ்வோர் உலோகத்துக்கும் தொழில் முறை வேறு, தனிப்பட்ட ஒவ்வொரு சாமானுக்குமே தொழில் முறை வேறு. வெண்கலத்தாலான பெரிய கண்டாமணியானது, தொழில் திறமை மிகுந்த சிற்பியால்தான் செய்ய முடியும். கண்டாமணிக்குரிய செம்பு, ஈயம் இவற்றைத் தக்க அளவில் கலக்கவேண்டும். மணியில் நாதமே முக்கியம். எனவே, இது செய்வது எளிதன்று. செய்தபின்,

வீறல் இருக்கலாகாது; தவிர, வேகமாகப் பலமுறை பலர் அடிப்பதனால் வீறல்காணும்விதமாயும் அது அமைந்து விடலாகாது. ஏனெனில், வீறல் கண்டால், நாதம் வராது. பித்தளையால் செய்யவேண்டிய ஒரு தட்டு, சாதாரண கன்னான் செய்துவிட முடியும். ஆனால் மணியோ, வார்ப்பு; தட்டோ, அடித்துச் செய்வது. தையல் ஊசியைப் பார்த்தால், இன்னும் பல விதத்தில் மாறுபட்ட முறை இங்கு வேண்டியிருக்கிறது. இரும்பிலிருந்து எஃகுக் கம்பி செய்ய வேண்டும். அதை நறுக்க வேண்டும். ஒரு முனையைப் பட்டையாக்கித் தொளை போடவேண்டும்; மறு முனையைக் கூராக்கவேண்டும். இவ்விதமாக, உலோகச் சாமான் செய்யும் தொழில் முறை எவ்வளவோ விரிவானது.

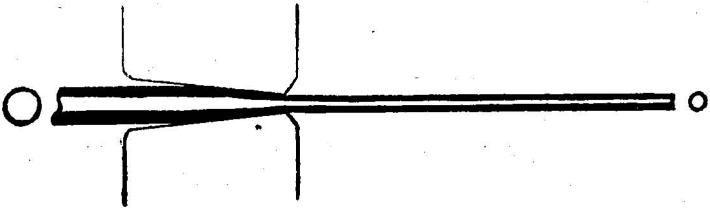
சிக்கலான அமைப்புடைய சாமான் செய்வதற்கு முறைகள் சிக்கலாயிருத்தல் கூடும். ஆனால், ஒரு சிக்கலுமே இல்லாத சாமான் - உதாரணமாக ஓர் ஊசி - செய்வதற்கு முறைகள் சிக்கலாயிருக்கமாட்டா என்று நாம் எண்ணுவோம். ஆனால் நிலைமை இப்படி யில்லை. ஊசி செய்யும் முறையையே இதற்கு எடுத்துக்காட்டாய் இங்குச் சொல்வோம்.

ஊசி செய்தல்

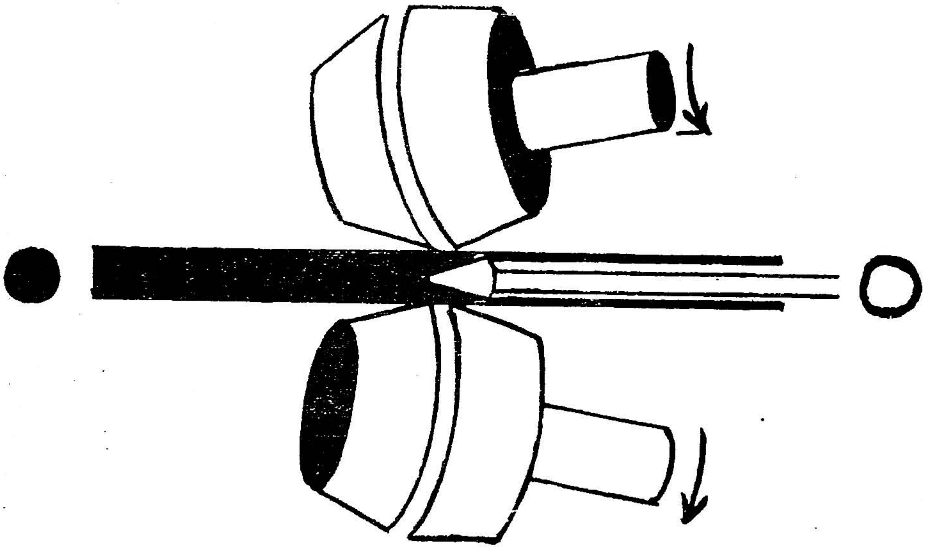
இதற்கான எஃகு 0·7 அல்லது 0·8 சதவீதம் கரி கலந்த எஃகாகு மென்று முன்னேரிடத்தில் குறிப்பிட்டிருக்கிறோம் (பக்கம் 66). இந்த எஃகிலிருந்து ஊசிக்கேற்ற கம்பி செய்வது முதல் வேலை. முதலாவதாக இதை 'வெளுக்க'க் காய்ச்சுகிறார்கள். (வெளுக்க என்பது பழுக்கக் காய்ச்சுவதினும் பல மடங்கு அதிகமான உஷ்ணம்.) இந்த நிலையில் இது, பிசைந்த மாவைப்போல், தானே நெகிழ்வ தாயிருக்கிறது. ஜோடி ஜோடியாயமைந்த உருளைகளினிடையில் இதை விட்டு, தகடாகச் சுருட்டுகிறார்கள். மீண்டும் மீண்டும் இதைப் பலமுறை இன்னும் குறுகிய இடைவெளியுள்ள உருளைகளிடை விட்டுச் சுருட்டவே, தகடு சுமார் அங்குலத்தில் ஐந்திலொரு பங்கு பருமனுள்ளதாகிறது. நுண்ணிய பல்லுடைய அல்லது 'காடி' வெட்டிய உருளைகளில் மறுபடியும் கொடுத்து அழுத்தவே, இத் தகடு, தனித் தனிக் கம்பியாக வருகிறது;



ஊசி செய்தல் (பக்கம் 203). மேற் படம், இரட்டை ஊசிகள் கூராக்கிக் காதுபோட்டிருப்பதைக் காட்டும். கீழ்ப் படம், இடையி லுள்ள பிசிர் அராவி நீக்கி இரண்டு ஊசிகளை யும் தனியே ஒடித்து எடுக்கத் தயாராயிருப்பதைக் காட்டும்.



கம்பி யிழுத்தல் (பக்கம் 203). இடது புறம் நுழையும் கனத்த கம்பி வலது புறம் மெலிந்துபோய் வருதல் காண்க. இருபுறமும் உள்ள வட்டங்கள் கம்பிக்கு, முன்னும் பின்னுமுள்ள குறுக்களவைக் காட்டும்.



குழாய் செய்தல் (பக்கம் 213). கனத்த பெரிய உருளைகளிடையே கம்பி வருகிறது. உருளைகள் உருளும்போது கம்பியை இப்பால் இழுத்துச் செலுத்துகின்றன. எதிர்ப் புறம் மழுங்கல் சட்டம் தடுக்கவே, கம்பி குழாயாக வலது பக்கம் வெளிவருகிறது.

இடப்புறக் கறுப்பு வட்டம், கம்பியின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம். வலப்புற வட்டம், குழாயின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

உருளைகளின் காடிகள், இக் கம்பிக்கு வட்டமான குறுக்களவு வரும்படி அமைந்துள்ளன.

பிறகு, ஆறியுள்ள இந்தக் கம்பியை, கம்பி யிழுப்பதற்குரிய வட்டத் துவாரமுடைய கெட்டியான எஃகுச் சட்டத்தில் விட்டுப் பலமுறை இழுக்கவேண்டும். இழுத்த பின்னர்தான், கம்பி இன்னும் மெல்லியதாகி, முடிவில் ஊசிக்குரிய சரியான பருமனேடிருக்கும். பிறகு, இதை மிருதுவாக்க வேண்டிக் காய்ச்சி மெல்ல ஆற்றுவார்கள் ; ஆற்றும்போது, காய்ச்சும் உஷ்ணம் காரணமாக, கம்பி எஃகில் கலந்துள்ள கரி கெடாமல் காப்பார்கள். பிறகு இதை, ஓர் ஊசியின் நீளத்தைப்போல் இரண்டு பங்கு இருக்கும்படி வைத்து நறுக்குவார்கள். நறுக்கியபின், இக் கம்பியின் முனைகள் இரண்டையும், வேகமாய்ச் சுற்றுகிற அராவு சக்கரத்தில் (அல்லது பொருத்தமான சாணைக் கல்லில்) தீட்டிக் கூராக்குவார்கள். இதன் பின், மெல்ல ஆற்றிய கம்பியைச் சரி மத்தியில் அடித்துப் பட்டையாக்கி, அவ்விடத்தில் இரண்டு ஊசிகளுக்கு வேண்டிய இரண்டு துவாரங்கள் போடுவார்கள்; போட்டபின், கம்பியானது, தலைப்புறம் ஒன்ருய் ஒட்டி நீட்டிய இரட்டை ஊசி போலிருக்கும்.

அடுத்தபடி, இரண்டு ஊசிகளையும் ஒடித்துத் தனியே எடுத்து, பட்டையடித்ததாலுண்டான 'பிசிர்' இருப்பதை அராவி நீக்குவார்கள். கம்பியைப் பார்த்தால் இப்போது ஊசி போலிருக்கும். ஆனல், ஊசிக்கு வேண்டிய உறுதியோ வில் தன்மையோ இன்னும் ஏற்படவில்லை ; வளைத்தால் சுத்தமாய் இரண்டாக வளைத்துவிட முடியும். மறுபடியும் இதைப் பழுக்கக் காய்ச்சி ஆற்றி, திண்மையுண்டாக்க வேண்டும். உண்டாக்கியபின், பொர பொரப்பும் கூடவே இருக்கிறது. கையில் ஓமப்பொடி வைத்து நொறுக்குவதுபோல், இந்த நிலையில் ஊசியை நொறுக்கி விட முடியுமாம். பிறகுதான் தோய்ச்சல் வேலை. இதனல், திண்மை நீங்காமல், பொர பொரப்பு மட்டும் நீங்குகிறது. தோய்ச்சலுக்குச் சுமார் 200 டிகிரி வரையில் காய்ச்சினல் போதுமானதா யிருக்கிறது.

இதன் பின் மற்றொரு தனிமுறை. இப்படிச் செய்த ஊசிகளை ஒரு கித்தானில் வைத்து அராவுவதற்கான அரா வும் பொடியும், கொஞ்சம் மிருதுவான சவுக்காரமும் போட்டு, கித்தானைச் சுருட்டி, கனமான உருளைகளின் கீழ் வைத்து உருட்டுவார்கள். இதன் மூலம், அராவுந் தூளால் ஊசிகள் நன்றாய் அராவப்பெற்று, ஊசி முனையும் செம்மையான கூர்மையும் வடிவமும் பெறுகிறது. ஊசி கள் பிரகாசமாயிருக்கின்றன. கித்தானில் பல விதமாய்ச் சுருட்டுவதும், உருளையைப் பல விதத்தில் உருட்டுவது முண்டு. இதன் மூலம், ஊசியின் முனையில் தேவையானபடி பல ரகங்கள் ஏற்படுத்துவது சாத்தியம்.

இப்படியே எடுத்து ஊசியை விற்பது முண்டு; அல்லது, நிக்கெல் பூச்சுப் பூசுவதும், காதுக்கு மட்டும் பொற் பூச்சுப் பூசுவதும் உண்டு. பின்னர் ஊசிகளைச் சரி பார்த்து எண்ணிக் காகிதத்தில் செருகி விற்பனைக்கு அனுப்புகிறார்கள்.

இவ்வளவும் ஆன ஊசியை-ஜெர்மனியிலோ இங்கிலாந் திலோ இவ்விதம் தயாரித்த ஊசியை-நாம் பைசாவுக்குப் பத்து என்றுகூட வாங்க முடிகிறது என்றால், இந்தத் தொழிலே மிக்க ஆச்சரியமானதென்று தெரிகிறதல் லவா? இவ்வளவு அற்பவிலையுள்ள ஊசிக்கு எத்தனை நுட்பமான வேலை முறைகள்!

உருவம் அமைக்கும் வழிகள்

ஊசிக்குச் சொல்லியது போன்ற விரிவான தொழில் முறைகள் எத்தனையோ சாமான்களுக்குள்ளன. ஒவ் வொன்றின் கதையும் மிக்க சுவையுடையது. விவரங்களில் வேறுபாடிருந்தாலும், பொதுவாக இவ்வித முறைகளை மூன்று வகையுள் அடக்கலாம்: முதலாவது, காய்ச்சா மலே உருவம் அமைத்தல்; இரண்டாவது, காய்ச்சி (திரவ மாக உருக்காமல்) உருவம அமைத்தல்; மூன்றாவது, உருக்கி உருவம் அமைத்தல் (இதுவே வார்ப்பு). இவற்றுக் குரிய சில உதாரணங்களை இனிப் பார்க்கலாம்.

காய்ச்சாமல் உருவம் அமைத்தல்

தமிழ்நாட்டில் கன்னார் ஈயப்பாத்திரம் செய்வது, இம் முறைக்குச் சிறந்த உதாரணமாகும். ஈயமானது நெகிழ்ச்சி அதிக முடையதாதலினாலே காய்ச்சாமலே உருவம் அமைக்க மிக எளிதாக இடங்கொடுக்கிறது. ஈயச்சட்டி, சொம்பு, கிண்ணம், குவளை என்றெல்லாம் நாம் வழங்கும் பாத்திரங்கள் சூடுபடாமலே மெல்லிய சுத்தியால் அடித்துச் செய்யப்பட்டவை. குறித்த ஒரு பாத்திரம் செய்ய எவ்வளவு ஈயம் வேண்டுமென்று கைத் திட்டமாகவோ நிறுத்தோ எடுத்துக் கொண்டு, கன்னான் அதைத் தன் கை திறமையால் பட்டடையில் அடித்தே பாத்திரமாக்கி விடுகிறான். இரண்டு மூன்று மணிநேரத்தில் அனேகமாய் ஒரு பாத்திரம் தயாராகி விடும்.

காய்ச்சாமல் உருவம் அமைப்பதற்கு இது போல் அனேக உதாரணங்கள் சொல்லக் கூடும். பித்தளை அல்லது இருப்புத் தகட்டால் செய்து நிக்கெல் பூசியுள்ள உலோகப் பொத்தான்களை நாம் பார்த்திருக்கிறோம். பொலீஸ்காரர் முதலியோர் சட்டையில் இவை மிகவும் பளபளப்பாய் மின்னுகின்றன. இவைகளும் காய்ச்சாமல் செய்யப் பெற்றவையே. ஆனால், ஈயப் பாத்திரம்போல் அடித்துச் செய்யப் பெறவில்லை; அச்சு வைத்து அழுத்திச் செய்யப் பெற்றன. இவை செய்ய, பெரிய தகட்டை முதலில் தக்க பருமனுடைய நாடா போன்ற குறுகிய தட்டு அளவில் நறுக்குகிறார்கள். பிறகு இதிலிருந்து ஒரு பொத்தானளவு, வட்ட வடிவமுடைய துண்டு கத்தரிக்கிறார்கள். அதன்பின், அச்சின் மூலம் இத்துண்டு பொத்தானாக முத்தரிக்கப்படுகிறது. அச்சின் கீழ்ப் பாதி, உட்குழிவோடு, எஃகுப் பட்டடையொன்றில் பொருத்தப் பெற்றுள்ளது. இதன் மீது வட்டத் தகட்டுத் துண்டை வைத்து, மேல் பாகத்துக் குரிய அச்சை ஓர் இயந்திரக் கருவியின் மூலம் உயரத்திலிருந்து தகட்டின் மேல் விழச் செய்கிறார்கள். விழுகிற வேகத்தால் பொத்தானுக்குரிய எழுத்து அல்லது உருவம் அச்சிலிருந்து பொத்தான் மேற்புறத்தில் பதிகிறது. பிறகு பொத்தானைத் தொளையிடும்

கருவியில் கொடுத்து அழுத்தியவுடனே, அதில் நூல் கோத்துத் தைப்பதற்குரிய துவாரங்கள் உண்டாகின்றன.

இதே முறையில்தான் மோட்டார் காரின் உடலிலுள்ள தகடு சம்பந்தமான எல்லா வேலைகளும் நடைபெறுகின்றன. தகுதியான தகட்டை எடுத்து ஏற்ற அச்சை அதன்மீது வேகமாய் விழச் செய்வதன்மூலம், தேவையான வளைவு குழிவு எல்லாம் அதில் ஏற்படும்படி செய்கிறார்கள்.

கம்பி இழுத்தல்

காய்ச்சாமல் செய்கிற வேலைக்கே இதுவுமோர் உதாரணமாகும். எஃகுக் கம்பி யிழுக்கிறார்களென்று வைத்துக்கொள்வோம். முதலில் பெரிய கம்பியாகச் செய்வார்கள்; இது ஒத்த பருமனுடையதா யில்லாமல், கூடுதல் குறைதலாயிருந்தாலும் குற்றமில்லை. இக்கம்பி கால் அங்குலக் குறுக்களவுடையதாயிருக்கலாம; இது முன்னமே ஊசி செய்வதற்குக் காட்டியமாதிரி, சூட்டோடு தகடாக்கிச் செய்த கம்பியாயிருக்கலாம். இக்கம்பியை, அசையாத இரண்டு கனத்த இலைக்கட்டிகளின் இடையில் கொடுத்து இழுப்பார்கள் அல்லது கம்பி யிழுக்கும் அச்சுச் சட்டத்தில் விட்டு இழுப்பார்கள். துவாரம் ஒரு பக்கம் சற்றுப் பெரிதாயும், வெளிவரும் பக்கம், கம்பியை விடச் சற்றே சிறியதாயும் இருக்கும். கம்பி முனையைக் கூராக்கி நுழைத்து, துவாரத்தின் வழியாக மற்றொரு புறத்திலிருந்து இயந்தர சக்தியின் மூலம் இழுக்கும்போது, கம்பியிலுளள கூடுதல் குறைதல் யாவும் சம அளவில் கரைந்து, கம்பியும் மெல்லியதாகிறது; நாட்டுப்புறத் தட்டார் கம்பி யிழுக்கும் சட்டத்தில் தங்கக் கம்பியைக் கோத்து இழுப்பதைப் பலர் பார்த்திருப்போம். இதே முறைதான் இங்கு இயந்திர ரீதியாகச் செய்யப் பெறுகிறது. ஒன்றைவிட ஒன்று சிறியதாயுள்ள பல தொளைகள் வழியாகவும் விரைவாகவும் கம்பி இயந்திரத்தால் இழுக்கபபடுகிறது. கடைசித் தொளையானது கம்பி முடிவில் என்ன அளவு வேண்டுமோ அந்தக் குறுக்களவுடையதா யிருக்கும். இவ்விதம் கம்பியைத் தொடர்ந்து

இழுத்தபின், கடைசியிலுள்ள ஓர் உருளை இதை ஒரு சுருளாகச் சுற்றிவிடும்.

எஃகுக் கம்பிகளில் 'வெள்ளி எஃகு' என்ற பெயருடைய ஒரு வகையுண்டு. இக் கம்பி, ஒரு சதவீதம் கரி கலந்த எஃகுக் கம்பி. கனத்த சட்டத்தை மேற்சொன்ன முறைப்படி இழுத்து மெல்லிய கம்பியாக்குவார்கள். காய்ச்சாமலே இழுப்பதால், கம்பி அதிகத் திண்மையுடையதாகிறது. பின்னர் கம்பியைச் சாணைபிடித்துப் பளபளப்பாக்குவார்கள். இதன் மூலம், கம்பி மங்காத பளப்பளப்புடையதாகிறது. இப்பளபளப்புக் காரணமாகவே இதற்கு வெள்ளி எஃகு என்ற பெயர். இதில் வெள்ளி எதுவும் சேர்ப்பதில்லை.

காய்ச்சி உருவம் அமைத்தல்

ஓர் உலோகத்தைக் காய்ச்சாமலே அடித்து நினைத்த உருவம் அமைப்பதற்கு, அதிக சக்தி செலவழிக்கவேண்டியிருக்கிறது. அதே உலோகத்தை நன்றாய்ப் பழுக்கக் காய்ச்சிவிட்டால், அது மென்மை யடைந்து, எளிதில் வளையக் கூடியதாயும் நெகிழக் கூடியதாயும் ஆகிறது. இந்தத் தன்மையைப் பயன்படுத்தித்தான் கொல்லன் தனது உலைக்கூடத்தில் கட்டியான இரும்பைக் காய்ச்சி, பட்டடையும் சம்மட்டியும் கொண்டு, அரிவாள், பாறை, வண்டி அச்சு, ஆணி, அரிவாள்மணை, கரண்டி முதலான பல சாமான்களைச் செய்கிறான். அளவில் மிகப் பெரிய சாமான்களையும் இப்படியே கையால்தான் முற்காலத்தில் செய்துவந்தார்கள். உதாரணமாய்க் கப்பல் நங்கூரத்தைச் சொல்லலாம்.

பண்டைத் தமிழ் நாட்டில் கப்பல் தொழில் மிகவும் ஓங்கியிருந்தது. இராஜராஜ சோழன், அவன் மகன் கங்கைகொண்ட சோழன் முதலானோர் காலத்தில், சோழர் கப்பற்படை, கீழ் கடற்கரைவிட்டு நெடுந்தூரம் சென்று, சுமாத்திரா, ஜாவா, மலாயா, நிகோபார் தீவுகள் முதலான இடங்களைக் கைப்பற்றி, அங்கே சோழர் கொடியை உயர்த்திவந்தன. நங்கூரமில்லாத கப்பலில்லை. நங்கூரமென்பது, அளவில்மிகப்பெரியது, இரும்பாலானது. அக்காலத்தில் இதை எப்படிச் செய்தார்கள் என்பது அதிசயிக்கத்

தக்க விஷயம். பல கொல்லரும் பல ஆட்களும் கூடியே ஒரு நங்கூரம் செய்திருக்க முடியும். இதைக் காய்ச்சி அடிக்க வேண்டும். ஓர் ஆளோ நான்கு ஆட்களோ இதைப் புரட்டவும் நிமிர்த்தவும் தூக்கவும் இயலாது. ஒரு பெரிய நங்கூரம் குறைந்தது ஐம்பது ஆள் கனம் இருந்திருக்கும். எனவே, உலைக் கூடத்துக்கு அருகிலேயே சாரங் கட்டி அதில் பத்திருபது ஆட்கள் தனித்தனித் தொகுதியாக நின்று, சங்கிலியால் நங்கூரத்தை மாட்டித் தூக்கி உலையில் வைப்பார்கள். உலையில் காய்ந்தபின் எடுத்துப் பட்டடையில் வைப்பார்கள், அதிலேயே புரட்டுவார்கள், நிமிர்ப்பார்கள், சாய்ப்பார்கள். நாற்புறமும் சாரமிருக்கும்,நடுவில் உலையும் பட்டடையும். இங்குப் பத்துக் கொல்லர் நின்று ஓயாது அடித்தவண்ணமிருப்பார்கள். இவர்கள் காட்டுகிறபடி நங்கூரத்தைச் சங்கிலியாலும் கோலாலும் புரட்டிக் கொடுப்பது, சாரத்திலும் தரையிலும் நின்ற ஆட்கள் வேலை. இப்படியெல்லாம் செய்யப்பெற்ற பெரிய உலோகச் சாமான்களின் அமைப்புவேலை நம் கற்பனையையும் கடந்ததாயிருக்கிறது.

ஆனால், இன்றைய இயந்திர யுகத்தில் இவை யாவும் மிக்க எளிய முறையில் நிகழ்ந்து விடுகின்றன. மிகவும் பெரிய பளுவான சாமான்களைத் தூக்குவதும் புரட்டுவதும், இயந்திரக் கருவிகளின் துணையால் ஒரே மனிதன் மிக எளிதாய்ச் செய்துவிட முடிகிறது. அடிப்பதற்கு வேண்டிய சம்மட்டியும் கையால் தூக்கிப் போடவேண்டியிராதபடி, இயந்திரத்தால் அடிக்கத் தக்கபடி அமைந்துள்ளது. கொடுக்க வேண்டிய உருவத்துக்குரிய அச்சு, இரண்டு பாதியாக இருக்கிறது. மேலே பொத்தான் செய்யுமிடத்தில் நாம் பார்த்த விதமாக, கீழுள்ள பட்டடையில், அச்சின் ஒரு பகுதி, அதாவது குறித்த சாமானின் கீழ்ப் புறத்துக்கு உருவம் அமைக்கும் அச்சுப் பகுதி சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. மேற்பகுதி மட்டும், சம்மட்டியிலுள்ளது. சம்மட்டி, செங்குத்தான இரண்டு சட்டங்களினிடையே உயர எழும்பிப் பின் தன் கனத்தாலேயே கீழே வேகமாய் விழுந்து, தான் விழுவதனால் கீழே வைத்துள்ள உலோகக் கட்டியை நசுக்கி உருவத்தைப்

பதிக்கவல்ல விதத்தில் அமைந்துள்ளது. கொல்லனுடைய வேலையெல்லாம் காய்ச்சிய உலோகத்தைப் பட்டடையின் மேல் வைத்து, அசையாதபடி குறட்டால் பிடித்துக் கொள்வதேயாகும். ஒரு புறத்தில் மின்சார ஓட்டத்தால் ஒரு சக்கரம் சுழலவே, மேலுள்ள சம்மட்டி, தானே அவ் வுலோகத்தை அடித்துக் கொண்டிருக்கும். கொல்லன் புரட்டிக் கொடுத்தால் மட்டும் போதும்.

இவ்விதம் தானே விழுகிற சம்மட்டியால் அடித்து உருவமைப்பது, மூன்று தடவையாகச் செய்வதுதான் வழக்கம். முதல் தடவையில் கீழுள்ள உலோகம், சுமாரான வடிவம் பெறுகிறது. இரண்டாவது தடவையில், வடிவம் இன்னும் கொஞ்சம் திட்டமாய் அமைகிறது; மூன்ருவது தடவையில், முழு வடிவமும் விவரமாக அமைந்து விடுகிறது.

பிழிதல்

காய்ச்சி உருவம் அமைத்தலில் மற்ருெரு முக்கியமான எளிய முறை, பிழிதல். உலோகம் பிழிவது புதிதா யிருக்கலாம். ஆனல் முறுக்குப் பிழிவது புதிதன்று. இரண்டும் ஏறக்குறைய ஒன்றுதான். கிண்ணம் போன்ற ஓர் அச்சில் முறுக்கு மாவை நிரப்பி, மேலே ஒரு கட்டையால் மாவை அழுத்தியவுடன், கீழுள்ள துவாரங்கள் வழியாக மாவுக் கம்பி வெளிவந்து எண்ணெயில் சுருண்டு விழுந்து வெந்து முறுக்காகிறது. உலோகம் பிழிதலும் இதே போலத்தான்; எண்ணெயும் வேகுதலும் இதற்கு இல்லை; வேற்றுமை இவ்வளவுதான்.

பற்பசையை அழுத்திக் குழாயிலிருந்து வெளிவரச் செய்வதும், சைக்கிள் சக்கரத்திலுள்ள ரப்பர் டியூப் பொத்துப்போனல் ஒட்டுவதற்காக ரப்பர் பசையைக் குழாயிலிருந்து எடுப்பதும் இங்கு ஞாபகம் வரலாம். ஒரு விஷயம் மறக்கலாகாது: முறுக்கு மாவு அதிகம் நீராயிருக்கக் கூடாது; இருந்தால், முறுக்கு விண்டுபோகும்; முறுக்குக் கம்பிகள் தொடர்பாய் இராமல் துண்டு துண்டாக விட்டுப்போகும். மாவு அதிகம் கட்டியாயிருந்தாலும், பிழியவராது; கம்பி விட்டுப் போகும் அல்லது

துளித் துளியாக வருமேயன்றித் தொடர்பான கம்பியே அமையாது.

உலோகம் பிழிவதும் இதை யொத்ததே. பிழியுமுன் உலோகங்களைப் பழுக்கக் காய்ச்சிக் கொள்ளுகிருர்கள்; செப்பு பித்தளையானல் செ. 750 டிகிரி; அலுமினியமானல் 450 டிகிரி. இதை முதலில் சுமார் 5 அங்குலக் குறுக்களவும் 2 அடி நீளமு முள்ள கட்டிகளாக்கி வைக்கிருர்கள். பித்தளையானல், இதன் எடை 120 பவுண்டு (ஓராள் எடை) இருக்குமாம். முறுக்குப் பிழிவதில் நாம் கீழச்சு மேலச்சு என்று இரண்டு பகுதிகளைப் பார்த்தோமல்லவா, அவை போலவே இங்குள்ள கீழ் அச்சில் மேற்கூறிய பித்தளைக் கட்டியை 750 டிகிரிவரை காய்ச்சி, உள்ளே நுழைக்கிருர்கள். இதன்மேல், மேல் அச்சுக் கட்டையை வைத்து அழுத்துகிருர்கள். அழுத்தும் அழுத்தம், சதுர அங்குலத்துக்குச் சுமார் 30 டன் எடை வீதம் இருக்குமாம். கீழச்சின் அடியிலுள்ள தொளை வழியே பித்தளை கம்பியாகவோ, குழாயாகவோ, தொளையின் அமைப்புக்கேற்றபடி ஓடிவிடுகிறது. கால் நிமிஷ நேரத்தில் ஒன்றேகாலங்குலக் குறுக்களவும் 30 அடி நீளமு முள்ள கம்பி பிழிய முடியும்.

அனேகம் சிறு தொழில்களுக்கு இவ்விதம் பிழிகிற வேலை மிக்க அனுகூலமா யமைந்திருக்கிறது. நீர் தரும் காரீயக் குழாய்கள் இப்படி பிழியப்படுகின்றனவாம். அப்படியே, மின்சாரக் கம்பிகளை மூடும் காரீயக் குழாயும் இவ்விதம் பிழிந்து செய்கிருர்கள்.

தகடு சுருட்டல்

சிதம்பரத்தில் பொன்னம்பலமும் பேரம்பலமும் பிறவும் பொன் வேய்ந்த சோழமன்னர் பலர். சில மன்னர் ஸ்ரீரங்கம் பெரிய கோயிலைப் பொன் வேய்ந்தார்கள். இவ்விதம் நம்மவர்கள் பொன் முலாம் பூசியும் பொற்றகடு வேய்ந்தும் தங்கள் செல்வப் பெருக்கையும் நாகரிக மிகுதியையும் வெளிப்படுத்திய காலத்தில், இன்று நம்மை யாளும் மக்களினத்தாராகிய பிரிட்டிஷார் எந்த நாகரிகமும் பெற்றிருந்தார்களென்று சொல்ல முடியாது. ஆனல் நம்முடைய பெருமையெல்லாம் இன்று இப்படிப் பழம் பெருமை

யாராட்டுவதோடு நின்றுவிட வேண்டியிருக்கிறது. புதிதாய்ச் சொல்வதற்கு ஒன்றுமில்லை. புத்தம் புதிய கலைகள் யாவும் மெத்த வளருது மேற்கே என்று கவிஞர் பாடியது உண்மையே.

உலோகத் தகடு சுருட்டும் விரிந்த தொழில் இருநூறு வருஷகாலமாக மேலை நாட்டில் வளர்ந்து வந்திருக்கிறது. உலோகத்தைக் காய்ச்சியும் காய்ச்சாமலும் தகடு சுருட்டலாம். நாம் சாதாரணமாய்த் தகடு அடித்தல் என்றே சொல்வோம்; ஏனெனில், இங்குத் தொழில் செய்வோர் உலோகத்தைக் காய்ச்சிக் சம்மட்டியால் அடித்து அகற்றித் தகடாக்குவார்கள். ஆனால், ஆங்கில மொழியில் தகடு சுருட்டல் என்பதே மரபு; காரணம், இயந்திர மூலமாய்த் தகடு அழுத்திச் சுருட்டப் பெறுகிறதேயன்றி, அடிக்கப் பெறுவல்லை. இவ்விதத் தகடு சுருட்டும் இயந்திரங்கள் நம்மிடையிலும் மிகுதியாய் ஏற்பட்டுள்ளன. எனவே, தொழில் முறையை அனுசரித்து நாமும், தகடு சுருட்டல் என்றே இதைக் கூறுவோம்.

காய்ச்சிக் சுருட்டுவதனால், தகட்டின் பருமனை எளிதாய்க் குறைக்க முடியும். ஆயினும், காய்ச்சாமல் சுருட்டுவதைப் போல் இம்முறையில் தகட்டின் மேற்புற அமைப்புச் சுத்தமா யிராது.

தகட்டின் முக்கிய அம்சம், அதன் மேற்பரப்பு ஒழுங்காயும் உறுதியாயும் சுத்தமாயும் இருப்பதாகும். ஆதலால் காய்ச்சித் தகடு சுருட்டும் வழக்கம் அதிகமில்லை. பெரிய கட்டிகளை மெல்லியனவாய் அழுத்துவதற்கு மட்டும், காய்ச்சுகிறார்கள். காய்ச்சி அவற்றைச் சரிப்படுத்திச் சுமாரான அளவாக்கிக் கொண்ட பிறகு, முடிவான தகடாக்கும் வேலையைக் காய்ச்சாமலே செய்கிறார்கள்.

தகடு சுருட்டும் ஆலைகளில், ஒரு பக்கத்திலுள்ள மின்சார மோட்டார் எஃகைத் தள்ளிக்கொண் டிருக்கிறது. அப்பால், இரண்டு உருளைகள் தங்கள் இடையில் தள்ளப்பெற்ற எஃகை அழுத்திக்கொண்டு சுழலுகின்றன. சுழலும் வேகத்தால் தகடு நசுங்கி மறுபுறம் நகர்கிறது. உருளைகளுக் கிடையுள்ள தூரம் இவ்வளவென்று திட்ட

மாய் ஒரு கருவி காட்டுகிறது. அழுத்தப்பெற்று வரும் தகடு தொய்வடைந்து கோணல் மாணலாய்ப்போகாமல், தூரத்திலுள்ள மற்றோர் உருளை அதைத் தாங்குகிறது.

தகடு ஒரே மட்டமா யிருக்க வேண்டுமானல், அழுத்தும் உருளைகள் இரண்டின் மேற்பரப்பும் சம மட்டமா யிருக்கவேண்டுமென்று நினைப்போம். ஆனல், உருளைகள் அழுத்திய தகடு சுத்தமான சம மட்ட முடையதா யிருப்பதில்லை என்று அனுபவத்தில் தெரியவந்திருக்கிறது. எனவே, உருளைகளின் பரப்பு ஒரு வளைவுடையதாயிருக்கும். எந்த உலோகத்துக்கு, என்ன அளவுள்ள தகட்டுக்கு இந்த வளைவு எப்படி யிருக்க வேண்டுமென்று ஆராய்ச்சி மூலம் அறிந்து அமைக்கிறார்கள்.

தகடுமட்டுமன்றி, வேறு வகையான சாமான்களும் இம் முறையில் செய்கிறார்கள். ரெயில் தண்டவாளம், வட்டமான பெருங் கம்பிகள் முதலியனவும் இப்படிச் செய்வதுண்டு. இவற்றின் விஷயத்தில் உருளைகள் மட்டமா யிராமல், தகுந்த காடி வெட்டப்பெற்றிருக்கும்.

குழாய் செய்தல்

குழாய் செய்வதில் பல வகையுண்டு; பிழிவதும் ஒரு வகை. பிழிகிற கீழ்ச்சில் ஒரே துவாரமிருந்து அதன் வழிப் பிழியும்போது, கம்பியாக அல்லது சட்டமாக உலோகம் வெளிப்படும். அத்துவாரத்தின் மையத்தில் ஒரு கம்பி நீண்டு நிற்கும்படி செய்துவிட்டால், பிழிகிற உலோகம் இதைச் சுற்றி மோதிரம்போல் வரும். பிழியப் பிழிய இது நீண்டு குழாய்போலிருக்கும். காரீயம் செம்பு அலுமினியம் மக்னீஷியம் முதலியவற்றாலான குழாய்கள் இப்படி உண்டுபண்ணுகிறார்கள்.

எஃகுக் குழாய்களை வேறொரு வகையாய்ச் செய்வதுண்டு. வளைத்து மடித்தால் குழாயாக வருவதற்கு வேண்டிய அகலமுள்ள எஃகைப் போதிய பருமனுள்ள சட்டமாய் முதலில் தயாரித்துக் கொள்வார்கள் இதைக் குழாய்போன்ற துவாரமுடைய ஓர் அச்சு வழியாக இழுத்தால், சட்டம் முழுமையும் அகலத்தில் சுருண்டு குழாய்போல் மடிந்து நிற்கும்; இரண்டு ஓரங்களும்

நெருங்கிவந்து ஒட்டாமல் நிற்கும். இவ்வோரங்களை நேரிணைப்பின் மூலம் ஒட்டிவிடுவார்கள். பின்னர் இதிலுள்ள பிசிர் முதலியவற்றை அராவிக் கடைந்துவிட்டால், குழாய் அளவுப்படியிருக்கும்.

பிழிந்து செய்த குழாயில் பொருத்துவாய் இராது. ஆனால், இரண்டாவது குறிப்பிட்ட எஃகுக் குழாய் நெடுகிலும், பொருத்துவாய் (அல்லது இருஓரத்தையும் ஒட்டிய அடையாளம், இருக்கும் இது இல்லாமல் செய்கிற மூன்றுவது முறையொன்று வழங்குகிறது. குறித்த உலோகத்தை வட்டமான கனத்த கம்பியாக முதலில் செய்து கொள்வார்கள். பின்னர் அழுத்தி உருட்டுகிற இரண்டு உருளைகளிடையில் இதைச் செலுத்தி, எதிர்ப்புறம் இக்கம்பியின் மத்தியில் ஒரு மழுங்கலான சட்டம் அமுக்கும்படி செய்வார்கள். உருளைகள் உருளுவதால், பெரிய கம்பி மேலும் இழுபடுகிறது. மத்தியில் ஒரு சட்டம் தடுப்பதால், தடுத்த இடம்போக, சுற்றியுள்ள இடம் மட்டும் மேலே நகரும். இதனால், நடுவில் குழிவு உண்டாக, நாற்புறமும் வட்டமாய்ச் சுவர் வைத்தாற்போல் குழாய் வளர்ந்து கொண்டேபோகும். உருளைகளின் இடைவெளி எதிர்ப்புறமுள்ள தடைச் சட்டத்தின் குறுக்களவு என்ற இரண்டையும் பெரியதாகவோ சிறியதாகவோ செய்வதால், குழாயின் மொத்தப் பருமனையும், துவாரத்தின் அளவையும், குழாய்த் தகட்டின் பருமனையும் நிர்ணயிக்க முடியும்.

கம்பி காய்ச்சியிருப்பதால், அழுத்தத்துக்கு இடங்கொடுக்கிறது. உருளை அமுக்கிச் சுழலும்போது, கம்பி முன்னுக்குச் சுழன்று கொண்டே நகர்கிறது. இதைக் 'கம்பி நூற்றல்' என்பார்கள்.

மேற் கூறிய முறைகள் காய்ச்சி உலோகத்தில் குழாயிழுப்பதற்குரியவை. இக்குழாய்களைச் சிறியவைகளாக்க வேண்டுமானால், கம்பியிருக்கும் துவாரமுடைய எஃகுச் சட்டத்தில் விட்டு இழுத்தால், குழாய் நெருங்கி இன்னும் சிறிதாகிறது. இழுக்குமுன் ஒரு முனையை நெருங்கிச் சிறியதாக்கிப் பிறகு துவாரத்தில் நுழைப்பார்கள். காய்ச்சாமலே இவ்விதம் இழுப்பது வழக்கம். இதனால் குழாயின் மேற்பரப்பு சுத்தமான அமைப்புடையதாயிருக்கும்;

உறுதியும் அதிகம். விமானம், சைக்கிள், இரும்பு நாற்காலி முதலியவற்றுக்கு வேண்டிய குழாய்களை இந்த முறையில் தயாரிப்பார்கள்.

---

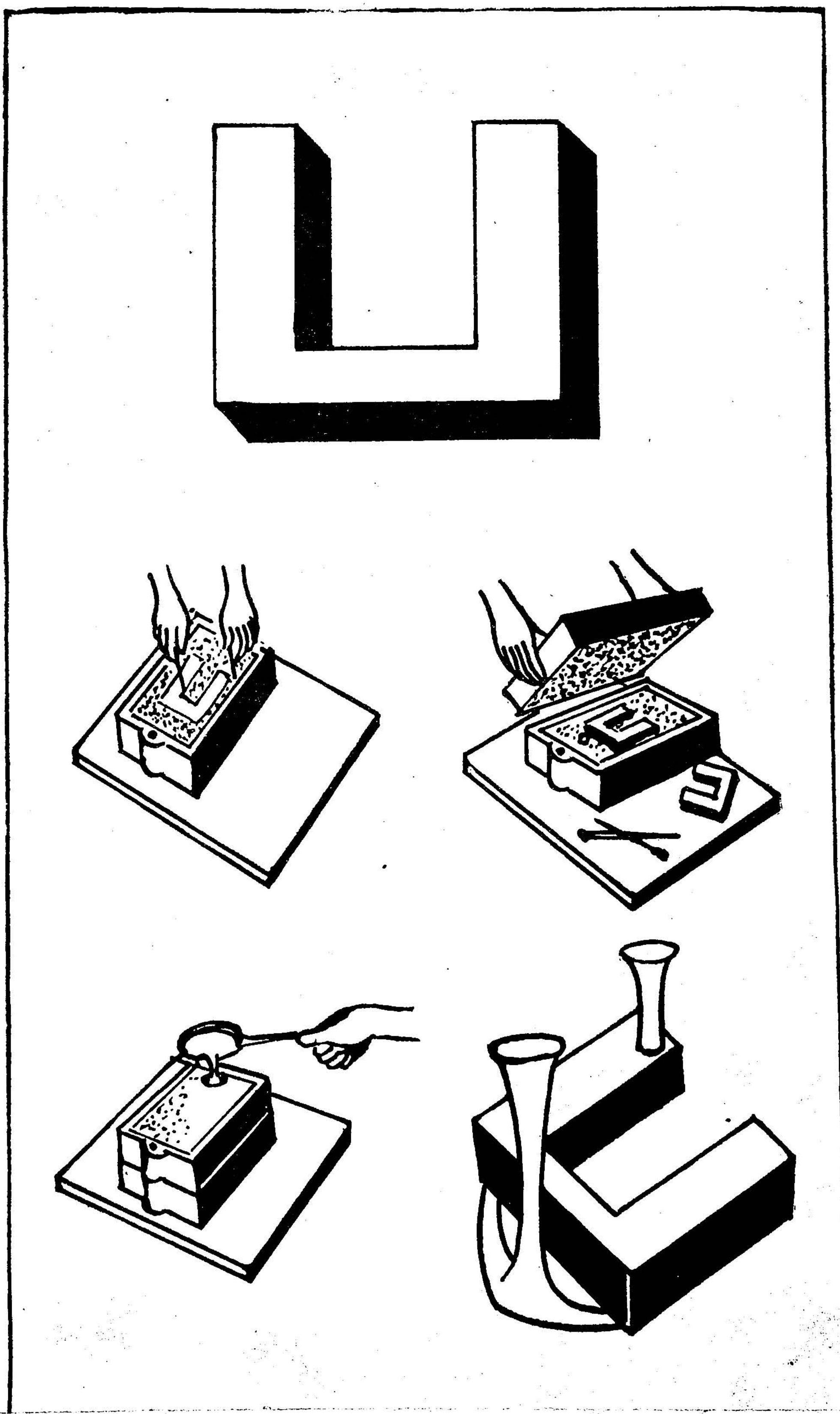
42. உருவம் வார்த்தல்

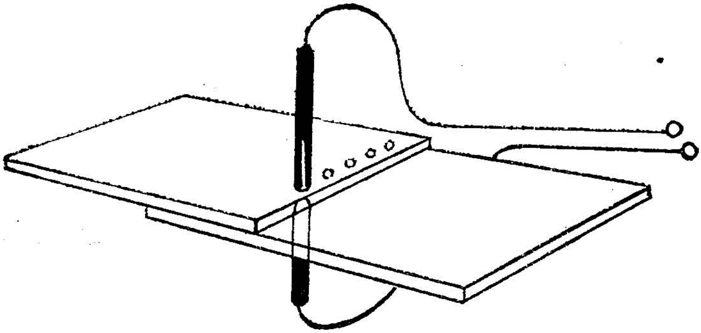
முன் பார்த்த இரண்டு முறைகளும், கட்டி யுலோகத்தைக் காய்ச்சாமலும் காய்ச்சியும் உருவமைத்தலாகும். இங்குப் பார்ப்பது, உலோகத்தை உருக்கித் திரவமாக்கி உருவம் அமைத்தலாகும். உருக்கி உருவம் அமைத்தலை வார்த்தல் அல்லது வார்ப்பு என்கிறோம்.

மணல் வார்ப்பு

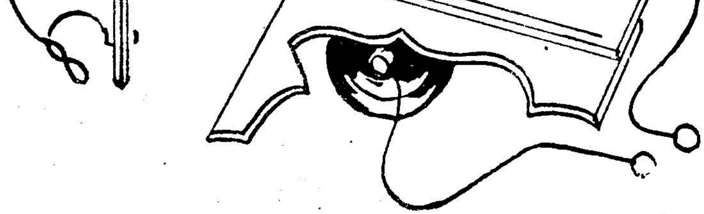
ப என்கிற வடிவம் வார்க்கவேண்டியிருக்கிறதென்று வைத்துக்கொள்வோம். இதற்கான கெட்டி மாதிரி யுருவம் ஒன்று முதலில் செய்துகொள்வார்கள். ஈர மணலில் இம்மாதிரி உருவத்தை அழுத்தி எடுத்துவிட்டு இது இருந்து உருவம் பதிந்த இடத்தில் உருக்கின உலோகத்தை ஊற்றுவார்கள். இது உறைந்தபின் எடுத்தால், ப என்ற உருவமுடையதா யிருக்கும்.

வார்ப்புக்கு எல்லா வித மணலும் ஏற்றதா யிராது. இங்கிலாந்து முதலிய நாடுகளில், சில இடங்களில் இயற்கையா யகப்படும் மணலும், சில சுரங்கங்களில் அகப்படும் மணலும் தக்கதென்று கொள்கிறார்கள். மணலுருவம் கெட்டியாய் நிற்கவேண்டுமாதலால், தேர்ந்தெடுக்கிற மணலுக்கு இயற்கையாகவே ஒரு பிடிப்பு இருக்கவேண்டும். கடற்கரை மணலோ, நல்ல ஆற்று மணலோ, இதற்குக் கொஞ்சமும் தகுதியுடைய தன்று





புள்ளி யிணைப்பு (பக்கம் 229). தகடுகளில் மின்சார ஆணி அழுத்தி இணைத்த இடம் வரிசையாகப் புள்ளியாய்த் தெரியக் காணலாம்.



தையல் இணைப்பு (பக்கம் 229). தகடுகள் பொருந்த வேண்டிய இடத்தில் மேலும் கீழும் மின்சாரச் சக்கரம் ஓடி அழுத்தி இணைத் திருப்பதைக் காணலாம்.

சென்னையைச் சுற்றியுள்ள சில இடங்களிலிருந்து குழி மணல் என்ற பெயரோடு ஒருவகைப் பழுப்பு நிற மணல் கட்டிட வேலைக்கு வண்டியில் கொண்டு வருகிறார்கள். இந்த மணல் தக்கதென்று கூறலாம். கடற்கரை மணலை உபயோகிப்போர் சில வகைக் களிமண்ணை உடன் கூட்டிக் கொள்வதுண்டு.

முதல் வேலை, மணற் பதிவு தயாரிப்பது. ஒன்றை யொன்று மூடக்கூடிய விதமுள்ள இரண்டு மணல்பெட்டி கள் தயாரித்து, மூடும் பெட்டியில் மணல் நிறைத்துக் கொஞ்சம் தண்ணீர் விட்டு அதை இறுகிப் பிடிக்க வைப் பார்கள். இரண்டு பெட்டிகளும் மேல்புறமும் கீழ்ப்புற மும் திறந்தே யிருக்கும். பெட்டிகளின் நோக்கம், மணல் கலையாமல் கெட்டியாயிருப்ப தொன்றேயாகும். பின்னர் அடிப் பெட்டியை ஒரு பலகைமேல் வைத்து, முன்னே தயாரித்துள்ள கெட்டி மாதிரி யுருவத்தை (இது மரத்தா லிருக்கும அல்லது இரும்பாலிருக்கும்) இப்பெட்டிக்குள் கவிழ்தது வைத்துச் சுற்றிலும் மணலால் நிரப்பி, மணலை அழுத்திக் கெட்டிப்படுத்துவார்கள். மணல் கெட்டியான பின், மாதிரி உருவத்தை எடுத்துவிட்டு, மூடுகிற பெட் டியை இதன்மீது வைத்து மூடுவார்கள். இப்பெட்டியி னுள் மணல் முன்னமேயே இறுகியிருக்கும். இம்மணல், வார்க்கவேண்டிய உருவத்துக்குரிய பள்ளத்தைச் செவ்வையாய் மூடிவிடும். இரண்டு பெட்டிகளிலுமுள்ள மணலில் அமைந்த பதிவு எந்த விதத்திலும் கலையலாகாது என்பது முக்கியம்.

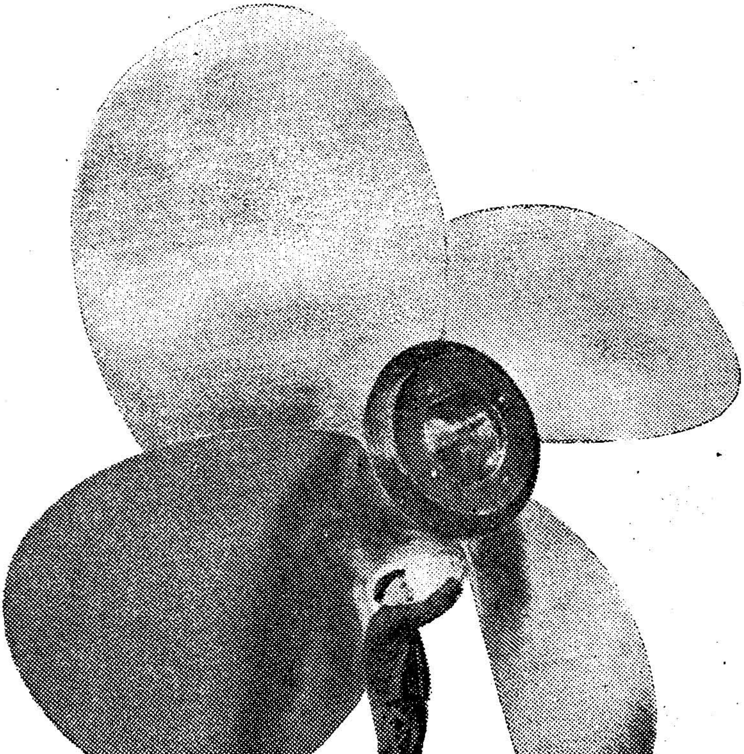
தவிர, மேல் மூடியாகிற மணலில் இரண்டு துவாரங் கள் செய்யப் பெற்றிருக்கும். இத்துவாரங்கள், கீழுள்ள ப என்ற வடிவத்துக்குரிய ஒரு காலின் உச்சி, அதற்கு எதிர் மூலை என்ற இரண்டிடங்களுக்கு நேரே இருக்கும். இரண்டில் ஒன்றின் வழியே உருக்கின உலோகத்தை ஊற்றுவார்கள். இதை ஊற்றுவாய் என்று சொல்வோம் கீழுள்ள வடிவம் நிரம்பி உலோகம் வழிய ஆரம்பித்தால், வழிவது மற்றத் துவாரம் வழியே வெளிவரும்; இத்துவா ரத்தை வழிவாய் என்று சொல்வோம். வார்க்கிற வடி வத்துக்கேற்றபடி வழிவாய்கள் பல இருத்தலுமுண்டு.

வழிவாய் அமைப்பதன் நோக்கம், உருவாக்கி வார்த்த உலோகம் வடிவ அச்செங்கும் நிறைந்தது என்பதைக் காட்டுவதற்கேயாகும். தவிர, மணலிலுள்ள காற்று முதலியன உலோகத்தின் வெப்பத்தால் வெளிப்படும்போது, அவற்றுக்கு இவ்வழிவாய், வெளிப்பட எளிதாயிருக்கிறது. வழிவாய் இல்லாது போனால், காற்று முதலியன உலகத்தோடு கலந்து நின்று, அதன் தன்மையைக் கெடுத்துவிடவும் கூடும். வார்ப்பு இறுகியபின், பெட்டிகளைப் பிரித்து வார்த்த வடிவத்தை எடுத்தால், அதில் ஊற்றுவாயிலும் வழிவாயிலும் கொஞ்சம் உலோகம் நீட்டிக்கொண்டிருக்கும். இதை அராவியோ வெட்டியோ எடுப்பார்கள்.

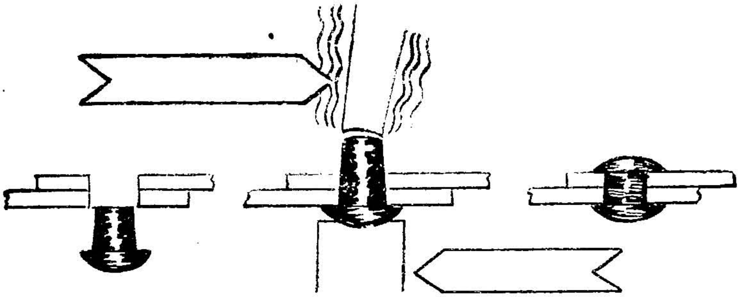
உருக்கிய உலோகம் ஊற்றும்போது, மணல் கலந்து கெட்டுப் போகக்கூடு மென்று எண்ணலாம். உண்மையில் அப்படி நடக்கவில்லை. பக்குவமான மணலை உபயோகித்துத் தக்கபடி அதை அழுத்தியும் வைத்தால், வார்ப்பு ஒழுங்காய் அமையும், மணலச்சும் கலையாது. மணலை அதிகம் அழுத்தவும் கூடாது, அழுத்தாமலிருக்கவும் கூடாது. சூட்டினால் அதிகம் விரிந்தாலும், மணலின் இடையிலுள்ள இடைவெளி அவ்விரிவுக்குத் தாராளமாய் இடங் கொடுக்கும்; ஆதலால் வெடிப்பு முதலியன மணலில் ஏற்படா என்பதே மணலச்சின் சிறப்பு.

உலோகம் உறைய உறையச் சுருங்கும் ஆதலால், எவ்வளவு ஊற்ற வேண்டுமென்பது திட்டமோ அதற்குக் கொஞ்சம் அதிகமாகவே ஊற்ற வேண்டியது அவசியம்.

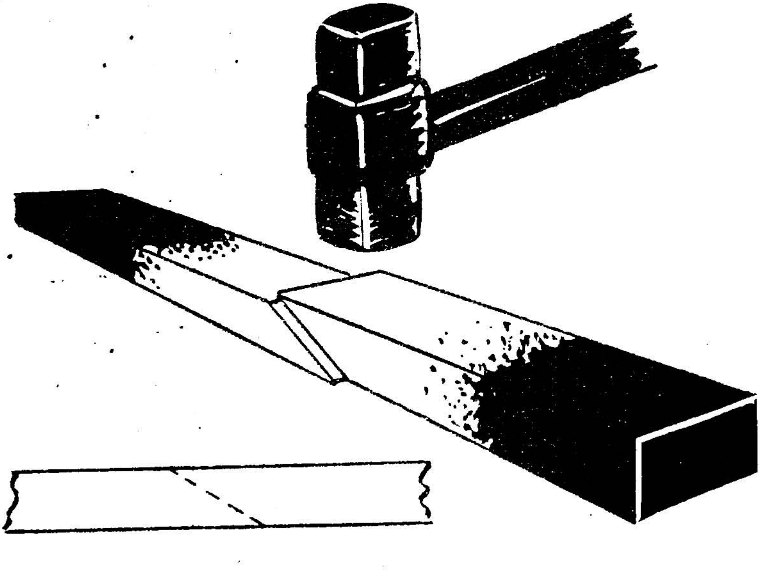
எல்லா வார்ப்புக்களும், ப என்ற வடிவம் போல் எளிதாயிரா. பலவகைச் சிக்கலுள்ள வடிவங்களும் வார்ப்பதுண்டு. அப்போது வடிவத்துக் கேற்றபடி, மாதிரியச்சில் நடுவே பல இடங்களில் வேறு கட்டையும் தடையும் வைக்க வேண்டிவரும். இத் தடைகள் முதலியன எண்ணெயில் குழைத்து மணலால் செய்து சுட்டெடுத்தவை; அமைப்பு சிக்கலானபடியால், வெறும் மணல் கலையக்கூடும்; கலையாது காக்கும் பொருட்டே சுடுவது வழக்கம். அதிகச் சிக்கலான வார்ப்பில், நூறு



மேரி யரசி என்ற கப்பலின் விசிறி
[புரொபெல்லர்] (பக்கம் 217).



ஆணி யிணைப்பு (பக்கம் 222).
கருநிறமாய்க் காட்டியிருப்பது இணைப்பாணி.



நேரிணைப்பு முறை (பக்கம் 227). இரண்டு உலோகச் சட்டங்களிலும் வெண்ணிறமாய்த்தெரியுமிடம் பழுக்கக் காய்ச்சிய பகுதி. அடித்து இணைத்து ஆற்றியபின் ஒன்ருய் ஒட்டிய சட்டத்தைக் கீழே காட்டியிருக்கிறது.

தடைகள் வரை யிருப்பதுண்டு. இதற்கு மாதிரி உருவம் செய்வதற்கே பல நாளாகும்.

இதே முறையை விரிவாக்கி இயந்திரத்தின் மூலம், ஒரே அளவுள்ள வார்ப்புக்களை ஏராளமாக உற்பத்தி செய்வது வார்ப்பு இயந்திரத் தொழிலாகும். இத் தொழிலில், வார்ப்பு மாதிரி உருவங்கள் உலோகத்தாலா யிருக்கும். வார்ப்புப் பெட்டிகள், சுழன்று வரும் ஒரு பெல்ட்டில் போகும். மணலைக் கலக்குவது முதலான வேலைகளை இயந்திரமே செய்கிறது. இதைப் பெட்டியில் நிறைத்து ஆட்டி இறுக்கி, பெல்ட்டை ஓடச்செய்து, ஓடும் போது, உருக்கிய உலோகத்தை அச்சில் ஊற்றுவது முதலான எல்லா வேலைகளையும் இயந்திரமே செய்கிறது. ஓர் ஓரத்திலிருந்து மற்றோர் ஓரம் சென்றவுடன், பெட்டி தானே கவிழ்கிறது. இதற்குள் வார்ப்பு உறைந்திருக்கு மாதலால், இது ஒரு பக்கம் எடுபட, மற்றொரு பக்கம் மணல் விழுகிறது. மறுபடியும் மறுபடியும் இம்மணலையே பக்குவபபடுத்தி உபயோகிக்கிறார்கள்.

இந்த யுத்தம் நடந்தபோது, 'மேரியரசி' என்ற கப்பல் செய்த முறை மிகவும் விரிவானது என்று சொல்லுகிறார்கள். இக்கப்பல் இயந்திரத்தின் ஓட்டத்துக்குக் காரணமான கருவி புரொபெல்லர் என்பது. (ஆகாய விமானத்தின் முன்புறமுள்ள விசிறியே விமானத்தின் புரொபெல்லர். என்வே, இதை நாம் இங்கு விசிறி என்போம்.) இவ்விசிறி ஒவ்வொன்றுக்கும் இறக்கை நான்கு. இந் நான்கும் ஒரே பரிமாண முடையவை என்பது வெளிப்படை. இவை வெண்கலத்தால் வார்க்கப்பட்டன. ஒவ வொன்றுக்கும் உபயோகித்த வார்ப்பு வெண்கலத்தின் எடை 50 டன்; கடைசியாக இழைத்துச் சுத்தம் செய்த பின், ஒரு விசிறியின் எடை 31 டன். எனவே, எவ்வளவு பெரியது இவ்வேலை என்பதை யூகிக்கலாம்.

இவ்வார்ப்பை ஊற்றுவதற்கான அச்சு, செங்கல்லாலும் மணலாலும், இடையே இருப்புக் கம்பியும் எஃகுச் சட்டமும் கொடுத்து, மிகவும் பலமாய்க் கட்டப்பட்டது. உபயோகித்த செங்கல் 15 ஆயிரம்; மணல் 20 டன்; இரும்புக் கம்பி, எஃகுச் சட்டம் 30 டன். முழு அச்சும் கட்ட

ஒன்றரை மாதம் பிடித்தது; அதன் எடையே 100 டன். அச்சின் முழுப்பாகமும் பூமி மட்டத்துக்குக் கீழே அமைத்தார்கள். உருக்கிய வெண்கலம் கீழே ஓட, ஆட்கள் மேல் நின்று வேலை செய்தார்கள்.

சுமார் 30 டன் பிடிக்கக் கூடிய 'அகப்பை' அல்லது வாளிகளால் வெண்கலத்தை வார்த்தார்கள்; கால் மணி நேரம் ஊற்றவேண்டி யிருந்தது. ஊற்றுவாய் இரண்டு வைத்திருந்தார்கள்; விசிறியின் மத்திய பாகத்துக்கு நேரே வழிவாய் வைத்திருந்தார்கள். உலோகம் உறைய உறைய, வழிவாய் வழியாலுங்கூட மேலும் உலோகம் ஊற்றினார்கள். நிறையும்படி ஊற்றி முடித்து ஐந்து மணிநேரம் வரையிலுங்கூட, வழிவாய் வழியே உலோகம் ஊற்ற வேண்டி யிருந்தது; முதலில் ஊற்றிய உலோகம் 41 டன்; பின்னால் இப்படி ஊற்றியது 6 டன்.

பத்து நாள் அப்படியே வைத்திருந்து, பின்னர் அச்சைக் கலைத்து விசிறியை எடுத்தார்கள். பிறகு இதைக் கடைந்து நுட்பமாய்ச் செய்யவேண்டிய வேலைகள் செய்து முடித்தபின், இதன் எடை மேற்குறிப்பிட்டபடி 31 டன் இருந்தது. இந்த வேலை மொத்தம் பத்துத் தடவை செய்யப் பட்டதாம். மேரியாசி என்ற கப்பலின் விசிறி 4, அதிகப்படி விசிறி, ஒன்று ஆக ஐந்து, இதே போன்ற மற்றொரு கப்பலுக்கு இப்படி வேறு 5 விசிறிகள், ஆக மொத்தம் 10.

இதுவரை கூறிய வார்ப்பு முறை மணல் வார்ப்பு எனப் பெயர் பெறும். இம் முறையில், மாதிரி உருவத்தை மட்டுமே வைத்துக் கொள்ளுகிறோம். மணலில் அல்லது கல்லில் செய்த அச்சை ஒவ்வொரு தடவையும் கலைத்து விட்டுத்தான் வார்ப்பை வெளிப்படுத்துகிறோம். கப்பல் விசிறிகள் பத்துச் செய்தபோது, கல்லச்சைப் பத்து முறை புதிது புதிதாகத்தான் கட்டினார்கள்.

அச்சு வார்ப்பு

இப்படிக் கலைக்கிற வேலையில்லாத வார்ப்பு முறை அச்சு வார்ப்பு என்பது. மாதிரி உருவத்தை வைத்து ஒவ்வொரு தடவையும் மணலால் கட்டிக் கலைக்காதபடி

இந்த முறையில் உலோகத்தால் நிரந்தரமாகச் செய்து விடுகிறார்கள்; இப்படிச் செய்யப்பெற்றதை அச்சு என்று சொல்வோம். இதனாலேயே இம்முறை அச்சு வார்ப்பாயிற்று. இவ் வச்சைத் திருப்பித் திருப்பி எத்தனை முறை வேண்டுமானாலும் உபயோகிக்க முடியும். மற்றப்படி வார்ப்பு வேலைகள், மணல் வார்ப்புப் போலவே.

அச்சு வார்ப்பில் சில அனுகூலங்கள் உள்ளன. அச்சு நிலையாயிருப்பதனால், மீண்டும மீண்டும் செய்துகொண்டிருக்கிற வேலை மிச்சம். இந்த வேலை மிச்சமானபடியால், நேரமும் மிச்சம்; விரிவாய் வார்த்துக் கொண்டே போக முடியும். அச்சு வார்ப்பு உலோகத்தில் வார்ப்பதால், மணலில் வார்ப்பதைவிட கணக்குச் சுத்தமாயும் ஒழுங்காயும் இருக்கும். அராவுதல் இழைத்தல் முதலிய பிந்திய வேலை அதிகமிராது. அச்சில் வார்த்த உலோகம் விரைவில் உறைந்து ஆறும்; இதனால் இவ்வார்ப்பு மணல் வார்ப்பினும் உறுதி அதிகமுடையது.

மணல் வார்ப்பிலும் சில அனுகூலங்கள் உள்ளன. அச்சைவிட இது செலவு குறைவு; ஐந்நூற்றுக்குக் குறைவாய் வார்ப்புச் சாமான் செய்யவேண்டி யிருக்கும்போது, இதுவே லாபகரமானது; மணலைத் தூளாக்கிக் கொட்டிவிட முடியுமாதலால், பல மடங்கு சிக்கலான வடிவங்களை மணல் வார்ப்பில் செய்ய வியலும்; உலோக அச்சு வார்ப்பில், உள்ளே அகப்பட்ட உலோகம் வெளிப்பட வழியிராதாகையால், அதிகச் சிக்கலான வடிவங்கள் செய்ய முடியாது. கடைசியாக, பல கலப்புலோகங்கள், மணல் வார்ப்புக்குத்தான் சரியாக வருகின்றனவேயொழிய, அச்சு வார்ப்புக்கு வருவதில்லை.

சென்ற அத்தியாயத்திலும், இந்த அத்தியாயத்திலும் உருவம் அமைத்தல் பற்றிய மூன்று முக்கிய முறைகள் விளக்கிச் சொல்லப்பட்டன. இவை தவிர வேறு எத்தனையோ உள்ளன. உலோகங்களால் செய்த பாகங்களையும், பல வகை உலோகங்களையும் இணைப்பது சம்பந்தமான முறைகள் தனிவகை; தூள் உருவத்தில் உலோகத்தை கொண்டு சாமான் செய்யும் முறைகள் தனிவகை.

இவை யிரண்டும் அடுத்த இரண்டு அத்தியாயங்களில் கூறப்பட்டுள்ளன.

மேலும் பல முறைகள் உள்ளன. நாணய அச்சு ஒரு முக்கிய வகை. வெள்ளி ரூபாய், அரை ரூபாய், கால் ரூபாய்; நிக்கெல் நாலணு, இரண்டணு, ஓரணு; பித்தளைக் காசு; செப்புக் காசு; இவற்றுள்ளும் வட்ட வடிவம், சதுர வடிவம், எண் கோணவடிவம், ஓரம் கோணலான வடிவம், நடுவில் தொளையுள்ள வடிவம் என எத்தனையோ வடிவங்களை நாம் அறிவோம். தவிர, அலுமினியச் செம்பு, ஜாடி முதலான பல முன்னேரிடத்திற் கூறிய 'நூற்றல்' முறையில் செய்யப் பெறுகின்றனவாம். ஆணி, அதன் தலை, கூர்— இது செய்வது ஒரு தனி முறை. எண்ணற்ற முறைகள் இப்படி யுள்ளன. உலோகத்தை மனிதன் கண்ட நாள் முதல் இப்படி எத்தனையோ முறைகளைப் புதிதாய்ச் செய்து வந்திருக்கிறன். இன்னும் எத்தனையோ புதிதாய்ச் செய்வான் என்பதிலும் சந்தேகமில்லை.

---

43. உலோகங்களை இணைத்தல்

செய்ய வேண்டிய சாமானுக்குத் தக்கபடி அச்சு அமைத்துக்கொண்டு, அதில் உலோகத்தை உருக்கி வார்ப்பது மிகவும் எளிதாகச் சாமான் செய்யும் வேலையாகும். ஆனல், எல்லாவகை அமைப்புடைய சாமான்களையும் இந்த வார்ப்பு முறையால் மட்டும் செய்துவிடுதல் இயலாது. சிக்கலான அமைப்புடைய பலவிதப்

பொருள்கள் செய்வதற்கு. வேறு முறைகள் வேண்டியிருக்கின்றன. எளிய அமைப்புடைய வார்ப்புப் பாகங்கள் சில செய்து அவற்றைப் பக்குவமாக இணைத்து விட்டால், முடிந்த பொருள் சிக்கலான அமைப்புடையதா யிருக்கும். ஆகவே, உலோகத் தொழிலில் இத்தகைய இணைப்பு முறை ஒரு முக்கியமான அங்கமாகும். இவ் விணைப்பு முறையும் பலவகைப்பட்டது; நேரிணைப்பு, பற்றவைப்பு, ஆணியிணைப்பு என்பன முக்கியமானவை. சாமானியமான வெறுந் தகரடப்பி முதல், சமீப யுத்தத்தில், அமெரிக்கா தேசம் நிமிஷமொன்றுக்கு ஓர் ஆகாயவிமானம செய்கிறது என்று பார்த்தோமே - அப்படிப்பட்ட ஆகாய விமானம் வரையில், இணைப்பு முறையால் உண்டாகும் அனுகூலம் அளவிட முடியாதது.

ஆணியிணைப்பு

ரிவெட் அடித்தல் என்று இதைச் சாமானியமாய் எல்லோரும் வழங்குவார்கள். ரிவெட் என்ற ஆங்கிலச் சொல்லை இணைப்பாணி என்றும் ரிவெட்டிங் அல்லது ரிவெட்டடித்தல் என்பதை ஆணி யிணைப்பு என்றும் நாம் இங்கு வழங்குவோம். இரண்டு தகடுகள் போன்ற தனி வஸ்துக்களை, ஒட்டியபடி ஒன்ருய்ச் சேர்க்கவேண்டுமானல், சில சமயம் திருகாணி ஒன்றைச் செருகி, எதிர்ப் புறத்தில் மறைபோட்டு முடுக்கி விடுகிறேம். திருகாணி உபயோகிக்காமல், சாமானியக் கம்பியாணி அடித்து, வளைத்து விடுவதும் உண்டு. ஆணியடித்து வளைப்பது, வேலை சுத்தமா யிராது; கோணல் மாணலா யிருக்கும். இணைத்த இரண்டு தகட்டுக்கும் மத்தியில் இடுக்கு விழுந்தாலும் விழும். இக்குறைபாடுகள் இல்லாதபடி ஆணி வைத்து இணைப்பதே ஆணியிணைப்பு.

இம் முறைப்படி இணைக்கவேண்டிய தகடுகளில், குறித்த இடத்தில் வரிசையாகச் சில தொளைகள் போட்டிருக்கும். இதற்கேற்ற ஆணி சற்றே கனத்ததாயும், தலையுள்ள பக்கம் குண்டாயும், மறுபுறம் மட்டமாக வெட்டப்பட்டதாயும் இருக்கும்; கூராயிராது. அதன் நீளம் இணைக்கவேண்டிய தகடுகளின் கனத்தை விடக் கொஞ்சம் அதிகமாயிருக்கும். தொளையில் ஓர் ஆணியை

நுழைத்து, அடிப்புறத்தில் ஏற்ற ஒரு இரும்பு அல்லது மரக் கட்டையால் அவ் வாணியின் குண்டை (தலையை) தாங்கச் செய்வார்கள். ஆணி இரண்டு தகடுகளுக்குள்ளாகவும் நுழைந்து மறுபுறம் வெளிவந்து நீட்டிக்கொண்டிருக்கும். சில சமயத்தில் மட்டும் இவ் விணைப்பாணியைக் காய்ச்சாமல் அடிப்பதுண்டு. ஆனால், பொதுவாக இதை நன்றாய்ப் பழுக்கக் காய்ச்சித்தான் தகட்டிலுள்ள தொளையில் நுழைத்துத் தாங்குவார்கள். மறுபுறம் நீண்டிருக்கிற ஆணியைச் சற்றே உட் குழிந்த ஓர் இயந்திரச் சுத்தியால் வலிவாய் அடிக்கவே, அது நெகிழ்ந்து, நாற்புறமும் விரிந்து வட்டமாகத் தகட்டில் போய் கவ்விக்கொள்கிறது. தக்க சுத்தியை உபயோகிப்பதாலும்,கைத் திறமையாலும், இது மிகவும் சுத்தமாய்க் குண்டு போலமையும்படி செய்ய முடியும். இவ்விணைப்பாணி (இரும்பாலானது) பழுக்கக் காய்ந்திருத்தலால், இரண்டோர் அடி அடித்தவுடன், பக்குவமாய் நெகிழ்ந்து கொடுக்கும். அடித்துக் குண்டு போலாக்கிய பின், ஆணி ஆறிக் குளிர்ந்து விடவே, தகடுகளை அசையாமல் பற்றிக் கொள்ளும்.

இப்படிப்பட்ட ஆணியிணைப்பு (ரிவெட்டிங்) நாமெல்லோரும் பார்த்திருக்கிறோம். சாமான் ஏற்றுகிற இருப்பு ரெயில் வண்டிகளில்(வாகன்களில்)இத்தகைய இணைப்புக்கள் நூற்றுக் கணக்கில் இருப்பதைக் காணலாம். சென்னைக் கடற்கரை சாலையில், சர்வ கலாசாலைக் கட்டிடங்களுக்கருகே யுள்ள பக்கிங்காம் கால்வாயில் முன்னமே இருப்புப் பாலம் இருந்தது பலருக்கு இன்னும் நினைவிருக்கும். இதில் ஏறக்குறைய லட்சத்துக்குக் குறையாத ஆணியிணைப்புக்கள் இருந்தன. எல்லா விதமான பெரிய இயந்திரக் கட்டு வேலைகளிலும் ஆணியிணைப்புக்கள் மிகுதி. 'மேரியரசி' என்ற கப்பலில 70 லட்சம் ஆணியிணைப்புக்கள் போட வேண்டியிருந்தனவாம்.

மேலே நாம் குறிப்பிட்டது, முழுமையும் இரும்பாலான 'கெட்டி' ஆணி. கெட்டியாணிக்குப் பதிலாக, உட்புறம் கூடாயுள்ள 'குழாயாணி' உபயோகிப்பது முண்டு. செம்பு, பித்தளை முதலியவற்றாலும் இவ்வாணி செய்வதுண்டு. காய்ச்சியும் அடிப்பதுண்டு, காய்ச்சாமலும்

அடிப்பதுண்டு; இது உலோகத்தின் தன்மையையும் இணைக்க வேண்டிய தகடுகளின் தன்மையையும் பொறுத்தது. சுலபமாய்க் கையாளக்கூடிய திறந்த இடத்தில் இணைப்பு வந்தால், சௌகரியம் போல் காய்ச்சின கெட்டி ஆணியை வைத்து அடித்து இணைக்க முடியும். சில சமயம் இயந்திரப் பகுதிகளின் உட்புறத்தில், சம்மட்டி வைத்து அடிக்க முடியாத இடத்தில் இணைப்பு வரும். அங்கெல்லாம், கெட்டியாணியைவிட, குழாயாணி இணைப்புக்கு எளிது. நீண்டுவருகிற மறு புறத்தை மூன்றாக அல்லது நாலாகப் பிளந்து அடித்து விடுவது சுலபம்.

சில இயந்திர வேலைகளில் இதற்கென்று அபூர்வ முறை யொன்றுண்டு. உபயோகிக்கிற குழாயாணியினுள், வெளி வரும் பக்கத்தில் மிக நுட்பமான ஒரு குண்டு இருக்கும். ஆணியைத் தொளையில் பொருத்திக் காய்ச்சியவுடன், சூடேறிக் குண்டு வெடிக்கும். அப்போது, சுற்றியுள்ள குழாயின் பக்கம் பிளந்து விரிந்து, இணைக்க வேண்டிய பகுதிகளில் தானே படிந்து பற்றிக் கொள்ளும்.

திருகாணி போடுவது பற்றி இங்கு விரிவாய் சொல்வது அவசியமில்லை. எனினும், இது பற்றியுள்ள ஒரு விசேஷ முறையை மட்டும் குறிப்பிடலாம். ஒருபுறம் திருகாணியை விட்டு, மறுபுறம் மறை போட்டு முடுக்குவதே வழக்கம். ஆகாய விமானம் முதலியவற்றில், எந்த அளவு மறையை முடுக்குவதென்பதும் முக்கியமானது. இதற்காக, சில தனிவகை வில்லை முடுக்கிகள் உள்ளன. மறையை முடுக்க எவ்வளவு வேகம் அல்லது சக்தி உபயோகமாகிறது என்பதை இந்த முடுக்கியிலுள்ள ஒரு கருவி தானே அளந்துகொள்ளும். இதைக் கவனித்து, வேண்டிய அளவு வரை மறையை முடுக்கிக்கொள்ள இயலும்.

பற்றவைப்பு

உலோக இணைப்பு முறைகளில் எல்லோரும் அறிந்தது பற்றவைப்புத்தான். சாதாரணமாய் வீட்டிலுள்ள தகரத்தாலான லாந்தர் பொத்துப் போனாலும் சரி, பித்தளைச் செம்பு பொத்துப் போனாலும் சரி, கன்னானிடம்

கொண்டு போகிறோம். அவன் 'ஈயப்பற்று' வைத்துக் கொடுக்கிறான். அதாவது, தொளைபட்ட இடத்தில், சிறிது ஈயம் வைத்து ஒட்டும்படி செய்து தருகிறான். இதற்குப் பற்ற வைப்பு என்பதே பெயர். பித்தளைச் செம்பு, தோண்டி முதலியவற்றில், கழுத்திலும் அடியிலும் பற்ற வைப்பு உண்டு. தங்கத்தால் செய்கிற சில வகைச் சங்கிலிகளில், தட்டான் பொடி வைத்து ஒட்டுவதை நாம் அறிவோம். இதுவும் அதே போன்ற பற்ற வைப்பு. இதே போல, சைக்கிள் உடற் சட்டம் (பிரேம்) பல பற்றவைப்புக்களைக் கொண்டது; சுமார் பத்திடங்களில், தனித் தனித் துண்டாயுள்ள இருப்புக் குழாய்களைப் பற்ற வைத்து இணைத்ததே இவ்வுடற் சட்டம்.

இப் பற்றவைப்பை அறியுமுன் கன்னான் ஈயம் பூசும் முறையைக் கொஞ்சம் நினைவு கூர்வது பயனுடையது. ஈயம் பூசுவதற்கு முன், பித்தளைப் பாத்திரத்தை அவன் சுத்தமாய்த் தேய்த்து அழுக்கில்லாமல் அலம்புவான். பிறகுதான் பாத்திரத்தைக் காய்ச்சி, அந்தச் சூட்டில் ஈயம் பூசுவான். இங்குக் கவனிக்க வேண்டியது என்ன வென்றால், அசுத்தமான உலோகத்தில் மற்றோர் உலோகம் ஒட்டாது, சுத்தமான உலோகத்தில் தான் ஒட்டும் என்பதாகும்.

சுத்தமான ஒரு தாம்பாளத்தில் இரண்டொரு சொட்டுத் தண்ணீர் விட்டால், தாம்பாளம் முழுமையும் நீர் பரவி ஈரமாகும்படி செய்ய முடியும். ஆனால், அத்தாம்பாளத்தில் நெய்ப்பசையோ எண்ணெய்ப்பசையோ இருந்தால், நீர் பரவுவதில்லை. சொட்டுச் சொட்டாக அப்படியே நின்றுவிடும்.

உலோக விஷயத்திலும் இதுவே பொருந்தும்; பற்ற வைப்புக்கு அடிப்படையான கருத்து இதுவே. அதாவது, காய்ச்சிய அல்லது உருகிய சில உலோகங்கள் மிகவும் சுத்தமான மற்றோர் உலோகத்தின் மீது பட்டால் ஒட்டிக் கொள்ளும் தன்மையுடையன. எந்த இரண்டு உலோகங்களை ஒட்ட எண்ணுகிறோமோ, அவ்விரண்டையும் விடக் குறைவான உருகுநிலையுடைய மற்றோர் உலோகத்தைப் பிசின் போல உபயோகித்து இவ்விரண்டு உலோகங்களை

யும் ஒட்ட முடிகிறது; இதுவே பற்றவைப்பு என்கிறோம். இரண்டு உலோகப் பகுதிகளையும் காய்ச்சி அவற்றின்மீது மேற் சொன்ன பற்றவைப்பு உலோகத்தைத் தடவினால், இது உருகி நின்று இரண்டையும் பிடித்துக்கொள்கிறது; இப்படிப் பிடிக்கும் உலோகத்தின் பருமன், அங்குலத்தில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கே இருக்கக்கூடும்; ஆறின பின், பிசின் வைத்து ஒட்டியது போல், இரண்டு பகுதிகளிலும் இது மிகவும் கெட்டியாய்ப் பிடித்துக்கொண்டிருக்கும்.

இவ்வித இணைப்புக்கு மிகுதியாய் உபயோகமாகும் பற்றவைப்புலோகம், ஈயக் காரீயக் கலப்பு; இது பற்றிய பல விவரங்கள், கல்ப்புலோகம் என்ற பகுதியில் கூறப் பட்டுள்ளன (பக்கம் 197). இக்கலப்பில், உறுதி அதிகம் வேண்டிச் சொற்ப ஆண்டிமொனியுலோகமும் கலந்து கொள்வதுண்டு. இணைக்கவேண்டிய இருவகை உலோகப் பகுதிகளுக்கு மிடையில் ஈயம் பூசுவது போல் பற்றவைப்பு லோகத்தை வைத்து வெப்பத்தால் உருகி ஒட்டும்படியும் செய்யலாம். அல்லது, அவ்வுலோகப் பகுதிகளைக் காய்ச் சாமல், புளோ-பைப் என்ற பெயருடைய வெப்பஞ் செலுத்தும் குழாய் மூலம் அதிக வெப்பத்தை அப் பற்ற வைப்புலோகத்தின் மீது தாக்கச் செய்யவே, அது உருகி இரு பகுதிகளும் பிடிக்கும்படி செய்கிறது. அல்லது, கன்னான் சாமானியமாய்ப் பொத்தலடைத்து ஈயப் பற்று வைக்க உபயோகிப்பதுபோல், சூட்டுக்கோல் ஒன்றைப் பழுக்கக் காய்ச்சி,பற்றவைப்புலோகத்தின்மீது வைக்கவே, அது உருகி, மற்ற இரண்டையும் ஒட்டச் செய்யும். இச் சூட்டுக் கோலுக்கு ஆங்கிலத்தில் பற்றவைப்பிரும்பு என்று பொருள்படுகிற பெயர் வழங்கும். இது இரும் பல்லாது, செம்பினாலாகியிருப்பதுதான் வழக்கம். இப்படி பற்றவைப்புலோகத்தை வைத்து ஒட்டும்போது (அல்லது இணைக்கும்போது, பற்றவைக்கும்போது), ஒட்டும் இடத் தில் அசுத்தம் இருந்தால், ஒட்டுவதேயில்லை. இதற்கு அலுமினியம் தக்க உதாரணம். எப்போதும் இதன்மேல் அலுமினியம் ஆக்ஸைடு என்ற உப்புப் படர்ந்து தானிருக் கும் என்பதை வேறிடத்தில் விவரமாய்க் குறிப்பிட்டிருக்கி றோம் (பக்கம் 115). இப்படியாய் உண்டாகும் இந்த உப்பு

அல்லது 'அசுத்தம்' காரணமாக, பற்றவைப்புலோகம் உருகி அலுமினியத்தை 'நனைப்ப'தே யில்லை. இதனால், அலுமினியம் உறுதியாய்ப் பற்றவைக்க முடிவதேயில்லை. அலுமினியக் கலப்புலோகங்களிலும் இக் கஷ்டம் உண்டு. செம்பில் அரை சதவிகித அலுமினியம் சேர்த்துவிட்டால் கூட, பற்றவைப்புக் கஷ்டமாகி விடுமாம்.

ஈயக்காரீயக் கலப்பு என்ற பற்றவைப்பு லோகத்தை மேலே குறிப்பிட்டோம். இதன் உருகு நிலை மிகவும் குறைவாதலால், எளிதில் இதைக்கொண்டு பற்றவைக்க முடியும். வேறு சில பற்றவைப்புலோகங்கள் இதைவிட அதிக உறுதியுள்ளவை; ஆனால் அவற்றின் உருகு நிலை அதிகமாயிருக்கும்.

ஈயக் காரீயக் கலப்பினும் பல மடங்கு உறுதியானது, பித்தளைப் பற்றவைப்பு. இது 60 பங்கு செம்பும் 40 பங்கு துத்தநாகமும் சேர்ந்தது. இது செ. 850 டிகிரியில் உருகும்; இதனால் இதைக் கடினப் பற்றவைப்பு எனலாம்; ஈயக் கலப்பு சுமார் 200-250 டிகிரியில் உருகும்; இது மென்மைப் பற்ற வைப்பு. பிந்தியதை விட முந்தியது பல மடங்கு உறுதியானது. சமீப யுத்த காலத்தில் ஈயம் பெரும் பகுதி ஜப்பானிடம் அகப்பட்டுக்கொள்ளவே, ஈயப் பற்றவைப்பு அபூர்வமாகிவிட்டது. எல்லாம் பித்தளை அல்லது கடினப் பற்றவைப்பாகிவிட்டது.

ஒன்றுக்குள் ஒன்ருகச் சில இயந்திரப் பகுதிகளை இணைக்கும்போது, இடையே மிக மெல்லிய செப்புத் தகட்டை வைத்துக் காய்ச்சி, செம்பு உருகி இரண்டு பாகங்களையும் சேர்த்துப் பிடிக்கும்படி செய்கிற ஒரு முறையும் உண்டு. தட்டான் பொன் நகையில் வைத்து ஊதுவது வெள்ளிப் பொடி. இதையொத்தது, வெள்ளிப் பற்றவைப்பு. இதில் வெள்ளி, செம்பு, துத்தநாகம் என்ற மூன்றும் கலந்திருக்கும்; 60 பங்கு வெள்ளி, 30 பங்கு செம்பு, 10 பங்கு துத்தநாகம் கூடியது ஒரு வகை. இது 735 டிகிரியில் உருகும். சுத்தமான வேலைகளுக்கு இவ் வெள்ளிப் பற்றவைப்பு உபயோகமாவதுண்டு.

இவ்விதம் பார்த்த பற்றவைப்புக் குரிய கலப்புக்கள் யாவும், 300 டிகிரிக்குக் குறைந்து பயன்படுவன (ஈயக்

கலப்புக்கள்) அல்லது 600 டிகிரிக்குமேல் பயன்படுவன (வெள்ளி, பித்தளைக் கலப்புக்கள்) என இருவகை. இவ்விரண்டுக்கும இடைப்பட்ட வெப்பத்தில் பயன்படக்கூடியவை எவையுமில்லையாம்.

நேரிணைப்பு

நாட்டுப்புறத்தில் இருப்பவர்கள் எல்லோருக்கும், அச்சுக் கடை திரட்டுவது என்பது நன்ருய்த் தெரியும். இரண்டு மூன்று பேர் ஒரு மாட்டு வண்டியில் சுகமாய்ப் பிரயாணம் செய்துகொண்டு போவார்கள். வழியில் சாலைமீதுள்ள ஒரு பள்ளத்தில் சக்கரம் ஏறியிறங்கினதும், ஒரு பக்கத்து அச்சு படாரென்று முறிந்து, வண்டி குடை சாயும். உடைந்து போன அச்சின் இரண்டு துண்டுகளையும் பக்கத்திலுள்ள கொல்லன் பட்டடைக்குக் கொண்டு போவார்கள். அச்சுத் தேய்ந்துபோய், ஒடிந்து விட்டது என்று சொல்லி, இரண்டொரு சேர் இரும்பைச் சேர்த்து, ஒடிந்துபோன துண்டுகளையும் சேர்த்துக் காய்ச்சி அடித்து ஒன்ருக்கி, முன்போல் ஒழுங்காய் இருக்கும்படி திரட்டி, சக்கரத்தில் மாட்டிக் கொடுத்து விடுவான் கொல்லன். அச்சுக் கடை திரட்டுவது என்பது இவ்வளவே.

உலோகத்தை நேரே இணைக்கிற 'நேரிணைப்பு முறை' என்பது இதுவே. இங்கு இரண்டு துண்டுகளையும நன்ருய்க் காய்ச்சிச் சம்மட்டியால் அடிப்பதன் மூலம் இரண்டும் ஒன்ருே டொன்று உறுதியாய்ப் பற்றிக் கொள்கின்றன; அதாவது வேருெரு வஸ்துவின் உதவி யின்றி, நேரே இரண்டையும், அடித்து இணைப்பதால் இது நேரிணைப்பு ஆகிறது.

இவ்விதம் காய்ச்சாமலேயே சில உலோகங்களை இணைக்க முடியும். சுத்தமான காரீயத் துண்டுகள், வெள்ளி, தங்கம், பிளாட்டினம் என்பவற்றைச் சூடு காட்டாமலே அடித்து இணைத்தால், இரண்டு துண்டுகளும் நன்ருய்க் கூடிவிடும். அலுமினியததை இப்படிச் சம்மட்டியால் இணைக்க முடியாது; காரணம் முன்னமே கூறியபடி ஓர் அலுமினியப் பகுதி மற்ருென்றைத் தொட முடிவதில்லை; இடையே அலுமினிய உப்புப் படர்ந்து

நிற்கிறது. வார்ப்பிரும்பையும் இவ்விதமே இணைக்க முடியாது; காரணம் அதன் பொரபொரப்பு; நெகிழ்ச்சியின்மையால், அடித்தவுடன் வார்ப்பிரும்பு நொறுங்கிச் சிதறிவிடும்.

எஃகினலான இரண்டு துண்டுகளை இணைக்க வேண்டுமானல், இணைக்கவேண்டிய முனைகளை முதலில் நன்ருய்ச் சுத்தம் பண்ணிக் காய்ச்சுவார்கள். காய்ந்து செக்கச் செவேலென்று பழுத்திருக்கும் போது, காற்று அதில் பட்டு, இரும்பு ஒரு சமயம் இரும்பு ஆக்ஸைடாகி யிருக்கக் கூடும்; இத்தகைய அசுத்தத்தைப் போக்குவதற்காக, காய்ந்த பகுதியின் மீது நுட்பமான மணலைச் சிறிது தெளிப்பார்கள். இது அவ் விரும்பு ஆக்ஸைடை இழுத்துக் கொண்டு உருகி ஓடிவிடும். பின்னர் முனைகளை மேலும் காய்ச்சி அடித்தால் நன்ருய்ப் பற்றிக்கொள்ளும். அடிப்பது, உலையை விட்டு எடுத்த இரும்பு கொஞ்சம் ஆறுவதற்குள் அனேகமாக வேலை முடியத் தக்கபடி இருக்க வேண்டும். கொல்லன் பட்டடையில் சில சமயம் மாற்றி மாற்றி இரண்டு பேர் சம்மட்டி தூக்கிப் போடுவதைப் பார்த்தவர்களுக்கே, எவ்வளவு வேகமாய் அடிக்கவேண்டுமென்பது தெரியும்.

அடித்து இணைத்ததற்கு, அதாவது நேரிணைப்புக்கு உதாரணமாக, பெரிய இரும்புச் சங்கிலிகளைக் குறிப்பிடலாம். எத்தனையோ வளையங்கள் அல்லது கரணைகளைக் கொண்டது ஒரு சங்கிலி, சங்கிலி செய்வதற்குரிய இரும்புக் கம்பியானது தேனிரும்பாலானது. சங்கிலி செய்யுமுன், நீண்ட கம்பியை, ஒவ்வொரு கரணைக்கும் வேண்டிய அளவு தனித் தனித் துண்டாக நறுக்கிக் கொள்ளுவார்கள். பின்னர், வேண்டிய மாதிரி ஒவ்வொன்ருய் வளைத்து வைப்பார்கள். இதன் பிறகு இணைக்கும் வேலை தொடங்குகிறது. ஒவ்வொரு கரணையாக மற்ருென்றில் சேர்த்துக்கொண்டு, உலையில் காய்ச்சி, பட்டடையில் வைத்துச் சம்மட்டியால் அடித்து இணைப்பார்கள். இணைக்கிற கொல்லனுடைய திறமையைப் பொறுத்து, இணைப்பு உறுதியாய் அமையும். இவ் வகை எளிய இணைப்பு அதிக உறுதியா யிருக்குமா என்ற சந்தேகம்

வேண்டியதில்லை. பெரிய தொழிற்சாலைகள், துறை முகங்கள், கப்பல் கட்டுமிடங்கள் என்பவற்றில் மிகுந்த பாரத்தைத் தூக்கி நகர்த்துகிற கிரேன் என்ற பெயருடைய சுமைதூக்கும் பொறிகளில், சுமை தூக்க உபயோகிக்கும் சங்கிலிகள், கப்பல் நங்கூரம் கட்டிய சங்கிலிகள் முதலியன யாவும் இப்படிச் செய்த சங்கிலிகளே.

மின்சார இணைப்பு

இத்தகைய இணைப்புக்களில், இப்போது பெருகிவரும் மின்சார இணைப்புக்கள் குறிப்பிடத்தக்கவை. இவை பெரும் பாலும் தகடுகளை இணைக்கவே உபயோகிக்கப் பெறு கின்றன. இரண்டு தகடுகளையும் ஒன்றின்மேலொன்ருய் வைத்து, இணைக்க வேண்டிய இடத்தில் மேலும் கீழும், மின்சாரம் பாய்ச்சுகிற ஆணியை வைத்து, ஒரு புறம் அழுத்தி மின்சாரத்தைச் செலுத்தியவுடனே, மின்சாரத் தால் ஆணி மூலம் வருகிற உஷ்ணத்தைத் தாங்கமாட்டா மல் ஆணிபடுமிடத்தில் மட்டும தகடுகள் உருகி நிற்கின் றன. ஆணியை அழுத்தவே ஒன்றினுள் ஒன்று பதிகிறது. ஆணியை அகற்றவே, சூடு ஆறி, தகடுகள் இணைப்பாணி (ரிவெட்) அடித்ததுபோல் ஒட்டிக் கொள்கின்றன. இப் படித் தகட்டின் ஓரம் நெடுகிலும் நெருக்கமாய் மின்சார ஆணியை வைத்து அழுத்த அழுத்த, ஒவ்வோரிடம் புள்ளி புள்ளியாக, இணைப்பாணி வைத்தது போன்ற குமிழ்கள் கீழ்ப்புறமும் குழிவு மேற் புறமும வருகின்றன. இம் முறையைப் புள்ளி யிணைப்பு என்று சொல்வார்கள்.

இது ஆணி யிணைப்பை விடப் பல விதத்தில் சௌகரிய மானது. ஆணியின் பளு இங்குத் தகட்டில் ஏறவில்லை; அதனுல் லேசானது. மின்சாரத்தால் எளிதாயும் விரைவா யும் இப் புள்ளி யிணைப்புக்கள் போட முடியும்.

இவ்வித மின்சார இணைப்பில், தையல் - இணைப்பு என்பது மற்ருெரு முறை. மேற்புறம் ஆணி வைத்து அழுத்துவதற்குப் பதிலாக, மெல்லிய சக்கர மொன்று மின்சாரத்தைச் சுமந்து செல்லும். இணைக்க வேண்டிய இடத்தில் கீழ்ப் புறம் ஒரு கட்டையைக் கொடுத்துத் தாங்கி, மேல புறம இச் சக்கரத்தை மெல்ல உருட்ட,

இதன் வழியே மின்சாரம் பாய்ந்து, தகட்டை ஒரு கோடு போல் அழுத்தி இணைத்துவிடும்; முடிந்தபின் பார்த்தால், தையல் தைத்தது போலிருக்கும். கீழ்ப்புறமும் வெறும் கட்டை வைப்பதற்குப் பதிலாக மற்ருேர் சக்கரத்தை உருட்டுவதும் உண்டு.

இப்படிப்பட்ட புள்ளி அல்லது தையல் இணைப்புக்கள் ஒரு மோட்டார் வண்டியில் ஆயிரமுண்டு; விமானத்தில் பல்லாயிரம் முண்டு.

மின்சார இணைப்பில், இன்னும் மேலான முறைகளும் உள்ளன. இவை மிகவும் எளிதானவை; ஆனல் செயல் முறையில் சிக்கலானவை. இரும்பு யந்திரக்கட்டு வேலையில் இவற்றுக்கு உபயோகம் அதிகம்.

கப்பல் கட்டுவதில் மின்சார இணைப்புக்கள் அதிகம். ஆணி யிணைப்பை உபயோகிக்காமல், மின்சார இணைப்பை உபயோகிப்பதால், ஆணியின் பளு குறைந்து விடுகிறது. தவிர, ஆணி யிணைப்புடைய கப்பலை உடைப்பதைவிட, மின்சார (புள்ளி அல்லது தையல்) இணைப்புடைய கப்பலை உடைப்பது கடினமாம். மின்சார இணைப்பு ஜெர்மன் கப்பல்களில் தான் முன்னமே அதிகமா யிருந்தது. இது காரணமாக இவை எடை குறைவாயிருந்தன. சர்வ தேசச் சட்டப்படி இன்ன பரிமாணமுள்ள கப்பல் இவ் வளவு எடைதான் இருக்கலா மென்று விதியிருந்தது. கப்பலின் எடையை இவ்விதம் ஜெர்மானியர் குறைத்து விட்ட காரணத்தால், எடையைச் சரிக்கட்ட வேண்டி, பெரிய பீரங்கிகளையும் அதிகப் பீரங்கிகளையும், விதிகளுக்கு விரோத மில்லாமலே அவர்கள் கப்பலில் பொருத்தி உபயோகிக்க முடிந்தது. இப்படிப்பட்ட தொழில் திறமையே, ஜெர்மானியக் கப்பல்களின் சிறப்புக்கும் அச் சிறப்பு மற்ற யாருக்கும் வராமைக்கும் ஒரு காரணமாகும். ஜெர்மன் கப்பலகளைப் பார்த்த பிறகுதான் பிரிட்டிஷ் கப்பல்கள் இம் மின்சார இணைப்பு முறையை அறிந்து தாங்களும் கைக்கொண்டன.

இவ்வித இணைப்பு, இன்றைய டாங்கியில் மிக அதிகம். டாங்கி மேல் வெடிகுண்டு விழுந்து வெடிக்கும் போது, டாங்கித் தகடுகள் சேதமடையாமல் உறுதியா யிருந்த

போதிலுங்கூட, சில சமயம் ஆணி யிணைப்புக்கள் யாவும் பிய்த்துக்கொண்டு சிதறுமாம். இப்படிச் சிதறுகிற ஆணி, டாங்கியினுள் ளிருந்து அதை ஓட்டுபவரைக் கொன்று விடுவது முண்டு. மின்சார இணைப்பா யிருந்தால், இத்தகைய அபாய மொன்றும் நேருவதில்லை. இக் காரணத்தால், டாங்கி செய்வதில் ஆணி யிணைப்பை விட்டு விட்டு, மின்சார இணைப்பையே இப்போது போடு கிறார்கள்.

மின்சார இணைப்பு, சொல்லளவில் மிகவும் எளிதா யிருப்பினும் கூட, உறுதியாக அமைவது, அதில் ஈடுபடும் தொழிலாளரின் கைத்திறமையைப் பொறுத்தது. இங்கு கண்ணும் கையும் மனமும் ஒத்து வேலை செய்வது மிகவும் முக்கியம். அவசரப்பட்டு மின்சார ஆணியையோ தையல் சக்கரத்தையோ நகர்த்தி விட்டால் இணைப்பு உறுதியா யிராது. அதிக நேரம் தங்க விட்டால், குறித்த இடத்தில் உலோகம் உருகிக் கீழே போய்விடும். இணைப்பு திருப்தி யாய்ப் பிடித்திருக்கிறதா என்பதை எக்ஸ்ரே மூலமாகப் பார்த்து நிச்சயிக்கிறார்கள்.

உலோக இணைப்புச் சம்பந்தமாக அறியத்தக்க இணைப்பு முறைகள் இங்குக் குறிப்பிட்ட மூன்றுமே யாகும்-ஆணியிணைப்பு, பற்றவைப்பு, நேரிணைப்பு என்பன; மின்சார இணைப்பு, நேரிணைப்பில் ஒரு பிரிவு.

---

44. உலோகப் பொடி

'பொடி வைப்பது' என்ற தொடர், தமிழ் நாட்டில் சில இடங்களிலேனும் தனித்த ஒரு பொருளுடன் வழங்கி வருகிறது. பொடி வைத்தான் என்றால், கோள் சொன்னான், அல்லது பின்னால் சண்டை மூள்வதற்கான

சில வார்த்தைகளைப் பிறரிடம் சொல்லி வைத்தான் என்று பொருள் படுகிறது. இப் பொருள், இத் தொடருக்கு எங்கிருந்து வந்தது?

பொன் நகை வேலை செய்யும் தட்டாரிடம் பொடி வேலை அதிகம். சில திருகுகளை ஒட்டும்போது, அல்லது முகப்புக்களை இணைக்கும்போது, கூடும் இடத்தில் கொஞ்சம் 'பொடி வைத்து ஊதுவார்கள்.' அதாவது, இரண்டு பாகமும் பொருந்தி ஒன்று கூடும்பொருட்டு, தங்கமும் மட்ட உலோகங்களும் கலந்த பொடியை வைத்துக் காய்ச்சினால், பொடி உருகி ஒட்டிக்கொள்ளும்; அப்போது, தனியாயுள்ள இரண்டு பாகங்களும் ஒன்றாய்ப் பிடித்துக் கொள்ளும். இப்படி ஒட்டும் நகை வேலையே 'பொடி வைத்து'ச் செய்கிற வேலை என்று பெயர் பெறுகிறது. இந்த நகை வேலை பொன்னாயிருந்தால், பொடியில் தங்கமும் வெள்ளியும் செம்பும் இருக்கக்கூடும். ஆகவே, பொடி வேலை அதிகமாக ஆக, மட்ட உலோகங்கள் சேர்வதால், உள்ள தங்கம் குறையும்; தட்டார் இதில் கொஞ்சம் தங்கம் மிச்சம் பிடித்துத் 'தஸ்கரம்' செய்ய இடமுண்டு. ஆகவே, பொடி வேலை என்றால், நேர்மைக்கு மாறான வேலை என்ற பொதுவான அபிப்பிராயமும், பொதுவான வழக்குத் தொடரும், இத் தொழிலிலிருந்தே வந்தன.

விரிந்த உலோகத் தொழிலில், பொடி யுலோகம் செய்கிற வேலை மிகுதியாக உண்டு. உதாரணமாக, பல வகை எண்ணெயிலிருந்தும் வனஸ்பதி என்ற பெயருடைய தாவர நெய் செய்யும் தொழிலில், நிக்கெல் உலோகப் பொடி பயன்படுகிறது. இப் பொடியை அந்த எண்ணெயுடன் கலந்து, பின் அதில் ஹைட்ரொஜன் வாயுவைச் செலுத்தும் போது, அது உறைந்து கட்டி நெய்யாகிறது. ஆனபின் அந்த நிக்கல் பொடியைத் தனியே எடுத்து மறுபடியும் இதே வேலைக்கு உபயோகிக்கலாம். இந்த முறையில் நிக்கெல் தூள் செலவாகி விடுவதில்லை. இது, தான் செலவாகாமல், எண்ணெய் கட்டி நெய்யாகும் மாறுதல் வேகமாய் நடைபெற உதவுகிறது. நிக்கெல் தூள் உபயோகப்படுவது போலவே, பிளாட்டினம் தூளும் பல

வழிகளில் இப்படி தான் செலவாகாமலே உபயோகப் படுவதுண்டு.

ஆதியில் பிளாட்டினம் தூளாகவே கிடைத்து வந்தது. செ. 1725 டிகிரியில் தான் அது உருகும். அவ்வளவு உஷ்ணம் தரவல்ல உலைக்கூடங்கள் அன்று உண்டாக வில்லை. ஆகையால், அப் பிளாட்டினத் தூளைக் காய்ச்சிச் சம்மட்டியால் அடித்துக் கட்டியாக்கி உபயோகித்து வந் தார்கள்.

டங்ஸ்டன் என்ற உலோகமும் அதைப் போன்றதே. இதை உருக்க செ. 3350 டிகிரி உஷ்ணம் வேண்டும். வியாபார முறையில் இதை உருக்கி வேலை செய்வது இன்று கூட இயலாத காரியமாம். ஆகவே, பொடி ரூபத் திலேயே எல்லா வேலைகளுக்கும் இதைத் தக்கபடி அமைத் துக் கொள்கிருர்கள்.

சில உலோகங்களை உருக்கி அச்சில் வார்ப்பதை விட, தூளாக்கி அத் தூளை அச்சில் வார்த்துக் காய்ச்சும் போது, அது ஒன்ருய் ஒரே கட்டியாகி, வேண்டிய வடிவம் பெறு கிறது; இந்த முறை எளிதாயும் இருக்கிறது.

தவிர சில சமயம், உலோகமல்லாத அலோகங்கள் சிலவற்றை உலோகத்தோடு கலக்க வேண்டியும் வரு கிறது. இதற்கு, உருக்குவதை விட, தூள் உலோகத் தொழிலே மிகுதியும் ஏற்றதா யிருக்கிறது. உதாரணமாக சிலவகை யந்திரக் கத்திகளுக்கும் அரைக்கும் கருவிகளுக் கும், உலோகத்தோடு வயிரத் தூளைக் கலந்து செய்தால் பயனுடையதா யிருக்கிறது. சில உருளும் யந்திரப் பாகங் களில், குண்டு அமைத்த இடங்களில், வெண்கலமும் கிராபைட் என்ற கரியும் கலந்து குண்டு செய்வது, அனு கூலமா யிருக்கிறது. இங்கெல்லாம் உருக்கிச் சேர்ப்பது முடியாத காரியம்; தூளாய்ச் சேர்ப்பதே செளகரியமா யிருக்கிறது.

தூளிலிருந்து திட உருவ முள்ள வஸ்துவைச் செய்வது எல்லா உலோகங்களுக்கும் ஏறக் குறைய ஒன்று தான். உலோகத்தைப் பொடியாக அரைத்துக்கொள்ளுகிருர் கள். அல்லது சில சமயம், தாது ரூபத்தில் அவ் வுலோகம் இருக்குமானல், அத்தாதுவை ஆக்ஸைடு என்ற உப்பாக்கி,

அதில் ஹைட்ரோஜன் வாயுவைச் செலுத்துகிறார்கள். அப்போது உலோகம் மட்டும் தனியே தூளாய்க் கிடைக்கிறது. இதை மிகமிக நுட்பமான தூளாக்கி, இத் தூளை ஏற்ற அச்சிலிட்டு, சதுர அங்குலத்துக்கு முப்பது டன் அழுத்தம் இருக்கும்படி இதை அமுக்கச் செய்கிறார்கள். பின் அச்சைத் திறந்து எடுத்தால், தூள் கட்டியாகி யிருக்கிறது; ஆனால் கட்டி பலமற்று இருக்கிறது. இதைத் தக்க உலையில் வைத்துக் காய்ச்சுகிறார்கள். குறித்த உலோகம் 3000 டிகிரியில் உருகுவதா யிருந்தால், இவ்வுலை தரக்கூடிய உஷ்ணம் சுமார் 2000 டிகிரி யிருக்கக்கூடும். சில சமயம், அமுக்கி எடுத்துப் பின்னர் தனியேக் காய்ச்சுவதற்குப் பதிலாக, காய்ச்சிக் கொண்டே அமுக்குவது முண்டு இந்த முறையில், காய்ச்சுவது காரணமாக, அச்சு வெகு சீக்கிரம் வெடித்துவிடும். காய்ச்சி எடுத்த பின், கட்டி தக்க வலிவுடையதாகி விடும்.

டங்ஸ்டன் என்ற உலோகத்தூளையும் கரித்தூளையும் கலந்து செ. 1500 டிகிரிவரையில் காய்ச்சினால், டங்ஸ்டன் கார்பைடு என்ற வஸ்து கிடைக்கிறது இது மிக மிகக் கடினமான வஸ்து; இயந்திரக் கத்திகளுக்கு உபயோகப்படுகிறது. இத்தூளோடு, 13 சத வீதம் கோபால்ட் என்ற உலோகத்தையும் கலந்து கட்டியாக்கி, ஹைட்ரோஜன் நிறைந்த இடத்தில் காய்ச்சுகிறார்கள். சுமார் செ. 700 - 1000 டிகிரியில் இது சாக்கட்டி போன்ற கடினம் பெற்ற கட்டித்தன்மை பெறுகிறது. மீண்டும் இதை ஹைட்ரோஜன் நிறைந்த இடத்தில் 1400 - 1500 டிகிரிவரை காய்ச்சினால், அதிகக் கடினம் பெற்று, எந்த எஃகினும் பார்க்க மிகுதியான உறுதியுடையதாகிறது. இதைக் கத்திகளின் முனையில் பொருத்துகிறார்கள். வெட்டவும் தொளைக்கவும் இது பயன்படுகிறது. கண்ணாடியில் இதைக் கொண்டு எளிதாகத் தொளைக்க முடியும். டங்ஸ்டன் என்ற உலோகத்துக்குப் பதிலாக, டைடேனியம், டான்டலம் என்பவற்றைக் கூட்டுவது உண்டு.

ஓடுகிற இயந்திரங்களுக்கும் சுழல்கிற கருவிகள் முதலியவற்றுக்கும், எண்ணெய் போடுவது அவசியம். எண்ணெய் அல்லது 'பசை' போடாவிட்டால், கட்டை

வண்டியின் அச்சுக்கூட, இரண்டே நாளில் தேய்ந்து இற்றுப் போய்விடும் என்பதை நாட்டுப் புறத்து வண்டிக் காரர்கள் நன்கு அறிவார்கள். 'எண்ணெய் வேண்டாத குண்டமைப்பு' உடைய கருவிகள் அல்லது இயந்திரங்கள் என்று சொல்லப் பெறுபவையும் இன்று வழக்கத்துக்கு வந்துள்ளன. 'தானே எண்ணெயிட்டுக் கொள்ளும் குண் டமைப்பு' என்று சிலவற்றுக்குப் பெயர் வைத்திருக்கிறார் கள். இந்த அமைப்புடைய இயந்திரங்களைப் பூட்டிவிட் டால், பின்னால், ஒரு காலத்திலுமே எண்ணெயிட வேண்டி யிராதாம். காரணம், குண்டிலேயே எண்ணெய் அடங்கி யிருப்பதுதான். செம்புத்தூள், ஈயத்தூள், கிராபைட் என்ற பெயருடைய கரியின்தூள் ஆகிய மூன்றையும் பொருத்தமான அளவில் கூட்டிக் காய்ச்சி அமுக்கிக் கெட்டிப் படுத்திக் குண்டாக்கி, இந்தக் குண்டுகளை சுழலும் இயந்திரப் பகுதிகளுக்கு உபயோகிக்கிறார்கள். போடுமுன் இவற்றை எண்ணெயில் தோய்த் தெடுத்து விட்டால், அந்த எண்ணெய் பிற்பட்டு இயந்திரம் உள்ளள வும் போதுமானதாயிருக்கிறது. இக்கலவைக் குண்டு, மையொற்றும் தாள்போல், துவார முடையதாயிருப்பதால் எண்ணெயை இழுத்துக் கொள்ளுகிறது. இக்குண்டுகள் வைத்த இடத்தில் பின்னடி எண்ணெய் போட வேண்டிய தில்லையாம். சில குண்டுகள், கல்விளக்குக்குப் போடும் திரிபோல் எண்ணெயை இழுத்துத் தரக்கூடியவையாம்.

சைக்கிள் மோட்டார் முதலியவற்றில் பல்லுச் சக்க ரம் பலவற்றுக்கும் இரும்பே பயன் படுகிறது. ஆனால், இவற்றைக் கட்டி யிரும்பால் செய்யாமல் இரும்புத் தூளைக் கொண்டு மேற்கூறிய விதம் செய்கிறார்கள். இதனால் வரும் வஸ்து துவாரமுடையதாகி எண்ணெயை இழுத்து வைத்திருந்து, சத்தமில்லாமலும், உராய்வு, தேய்வு இல்லா மலும் இயந்திரம் ஓட அனுகூலமாயிருக்கிறது.

இப்படியாக உலோகப் பொடித்தொழில் இப்போது தான் புதிதாகத் தோன்றி வளர்ந்து வருகிறது. சிறிய கருவிகள் முதலியன செய்யவே இத்தொழில் இன்று பயன்பட்ட போதிலும், எதிர்காலத்தில் இதனால் இன்னும் சிறந்தபயன் விளையக்கூடும் என்று அறிஞர்கருதுகிறார்கள்.

45. துருவும் களிம்பும்

கடற்கரையையொட்டிய வீடுகளில் உப்பு அளர் அடித்து, வெளிப்புறத்துக் கல், சுண்ணும்புப் பூச்சு முதலியன மாவாக உதிர்ந்து போவதைப் பார்த்திருக்கிறேம். கட்டிடத்தை உப்பு நீர் அல்லது உப்புக் காற்று இப்படி அரித்துவிடுகிறது என்று சொல்லுகிறேம்.

இதே போல, காற்றும் மழையும் உப்பு நீரும், உலோகங்களை அரித்துவிடுவதுண்டு. இரும்பைக் காற்று அரிப்பதை, துருப்பிடிக்கிறது என்று சொல்லுகிறேம். செம்பிலும் செம்பு கலந்த கலப்புக்களிலும் ஏற்படும் அரிப்பைக் களிம்பு என்கிறேம். அலுமினியம், குரோமியம் முதலான உலோகங்களிலும் இவ்விதமே அரிப்பு ஏற்படுவதுண்டு. இவ்வகையான அரிப்பு, இன்றுதான் புதிதாக ஏற்படுகிறதென்று சொல்வதிற்கில்லை. பழங்காலத்திலும் நம்மவர் இவற்றை அறிந்திருந்தார்கள்.

நெல்லிற் குமியும் நிகழ் செம்பினிற் களிம்பும்
சொல்லிற் புதிதன்று தொன்மையே

என்பது ஒரு சாத்திரப் பாடல்.

துரு என்பது என்ன? இரும்பானது, காற்றிலுள்ள பிராண வாயுவுடன் கூடி, இரும்பு ஆக்ஸைடு என்ற உப்பாக மாறுகிறது. (இவ்வாக்ஸைடு, இரும்பும் பிராணவாயுவும் கலக்கும் வீதத்துக்கேற்றபடி பல வகையாயிருக்கும்.) இந்த இரும்பு ஆக்ஸைடைத்தான் துரு என்று கூறுகிறேம். எஃகு, இரும்பு முதலியன எவ்வளவு வெண்மையாயும், பிரகாசமாயும் இருந்தபோதிலும், அவற்றின்மீது புள்ளிப் புள்ளியாகத் துருப் படிந்து, நாளடைவில் வளர்ந்து, பளபளப்பும் வெண்ணிறமும் இல்லாமல் போகச் செய்து விடுகிறது. உதாரணமாக, கத்தி இவ்விதம் துருப் பிடிக்கிறது. தீட்டினுல் அல்லது தேய்த்தால், துருவெல்லாம் உதிர்ந்து பளபளப்பு வருகிறது. ஆனுல் இதுமறுபடியும் சில நாளில் துருப்பிடித்து விடுகிறது. துருவானது தனக்கேயுரிய ஒரு வகைச் செந்நிறம் பெற்றிருக்கும்.

செம்பு, பித்தளை முதலியவற்றில் இவ்விதம் உண்டாகும் துருவைத்தான் நாம் களிம்பு என்று சொல்லுகிறோம். இது பச்சை நிறமுடையதாயிருக்கும். செம்பானது, காற்றோடு சம்பந்தப்பட்டு, பிராணவாயுவுடன் கூடி செம்பு ஆக்ஸைடாகிறது. இவ்வாக்ஸைடே பச்சை நிறமான களிம்பு.

பொன், வெள்ளி முதலியன உயர்ந்த உலோகங்களாக வழங்குகிறோம். இதற்குக் காரணங்கள் பலவாயினும், இரும்பு, செப்புக்கு வரும் துரு, களிம்பு முதலியன அவற்றுக்கு வராமையே முக்கிய காரணமாகும்.

உலகத்தில் உபயோகமாகும் இரும்புக்கு அளவில்லை. இவ்விரும்பைத் துருப்பிடிக்காமல் காப்பதற்காக வர்ணம் பூசுவது, குரோமியம் அல்லது நிக்கெல் பூசுவது முதலிய பல வேலைகளைச் செய்கிறோம். இவற்றுக்காக ஆகும் செலவுக்கும் அளவேயில்லையாம். உலகம் முழுமையும் இவற்றுக்காகும் செலவு சுமார் 750 கோடி ரூபாய் என்று கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். இங்கிலாந்தில் மட்டும் சுமார் 60 கோடி ரூபாய் (4 கோடிப் பவுன்) வருஷந்தோறும் இப்படிச் செலவாகிறதாம். இரும்பிலும் பிற உலோகங்களிலும் ஏற்படுகிற இந்தத் துரு அல்லது அரிப்பு ஒரு இரசாயன மாறுதல். முற்கூறியபடி மழை, காற்று, உப்பங் காற்று முதலியவை காரணமாக இவ்வரிப்பு உண்டாகிறது.

காற்றும் ஈரமும் படக்கூடிய இடத்தில்தான் உலோகங்கள் உபயோகமாகின்றன. கடற்கரையிலுள்ள வீடுகளே அரிபட்டுப் போவதை முன்னமே குறிப்பிட்டோம். கடல் நீருள் நிறுத்திவைத்துள்ள இரும்புத் தூண்கள் இவ்வாறு அரிபட்டுப் போகின்றன. இவற்றுள் அலை வந்து மோதுவதாலும், அலை பொங்கி வடிவதாலும் அடிக்கடி எந்தப் பகுதியில் நீர் படுவதும் போவதுமாயிருக்கிறதோ அந்தப் பகுதியே மிக்க விரைவில் அரிக்கப்பட்டுப் போகும். நீரிலேயே முழுவதும் அமிழ்ந்திருக்கும் பாகமோ நீர் படாமலே மேலிருக்கும் பாகமோ, இவ்வளவு அதிகமாக அரிக்கப் பெற்றிராது. இப்படியே, சாதாரணமான தரையில் போடப்பெற்றுள்ள ரெயில் தண்டவாளம்

மழையாலும் காற்றாலும் அதிகம் கெட்டுப்போவதில்லை; சுமார் 70 வருஷம்கூட இது கெடாமலிருக்குமாம். ஆனால் மலையைக் குடைந்து தோண்டி அக்குடைவழியில் போட்டுள்ள ரெயில் தண்டவாளங்கள் மூன்று முதல் எட்டு வருஷங்களுக்குள் கெட்டுப்போய், எடுத்துவிட்டு வேறு புதியனவாய்ப் போடும் நிலைமை யடைகின்றனவாம்.

சாக்கடைக் குழாய்கள் முதலியன அரிபடுவதற்கு, காற்றும் ஈரமும் மட்டுமல்லாமல், வேறு இராசயன சம்பந்தமும் காரணமாகும். ஆஸ்பத்திரிகளிலிருந்து கழிகிற நீர், தொழிற்சாலையிலிருந்து கழிகிற நீர் முதலியவற்றுள் தீங்கு செய்யத் தக்க திராவகம் முதலிய இரசாயனப் பொருள்கள் கலந்துள்ளன. இவற்றின் சேர்க்கையால், கழிவு நீர் குழாய்களை அரிக்கும். இப்படியே சில சமயம், நகரங்களில் வீடுகளுக்கு நீர் தரும் குழாய்களும், நீரைச் சுத்தம்செய்வதற்காகச்சேர்த்துள்ள குளோரின்முதலான வாயுக்களாலும் பிற இரசாயனப் பொருள்களாலும் கெட்டுப் போவதுண்டு. கெடுதலான வஸ்துக்கள் சேர்ந்த சாக்கடைக் கால்கள் போய் ஆற்றில் சேர்வதால் ஆற்று நீர் முழுவதுமே கெட்டுப்போய் உலோகத்தை அரிக்கும் குணம் அதிகமாய்ப் பெறுவதுமுண்டு.

காற்றிலுள்ள பிராண வாயுவே உலோகங்களை அரிக்கக் காரணமா யிருக்கிறது என்று முன்னமே குறிப்பிட்டோம். இரும்பின் பரப்பு அவ்வளவையும் காற்று அரித்து ஆக்ஸைடாக்கி விடும் என்று நாம் எதிர்பார்ப்போம்; ஆனால் அப்படி நடப்பதில்லை. ஈர மில்லாத உலர்ந்த காற்றில் இரும்பு அதிகம் துருப் பிடிப்பதில்லை. இரும்பு ஈரமா யிருந்தால் தான் காற்றின்மூலம் துரு ஏறுகிறது. இதிலிருந்து, நீர்தான் துருவுக்குக் காரணமென்று சொல்வதற்கு மில்லை. காற்றில்லாத சுத்தமான நீரில் இரும்பைப் போட்டிருந்தாலும், இரும்பில் அதிகமாகத் துரு ஏறுவதில்லை.

இவற்றால், காற்றும் ஈரமும் ஆகிய இரண்டும் இருந்தால் தான் துரு ஏறுகிறது என்று சொல்ல முடியும். ஆயினும், இந்த நிலைமை யிருந்தாலுங் கூட, சுத்தமான இரும்பு அதிகம் துருப்பிடிப்ப தில்லை; வார்ப்பு, எஃகு

முதலிய வியாபார ரீதியில் பயன்படுகிற இரும்பே துரு அதிகம் பிடிக்கிறது. எனவே, துருப் பிடிப்பதற்கு எத்தனையோ காரணங்கள் ஒன்று சேர வேண்டியிருக்கின்றன என்பது தெளிவு. சிலவற்றை ஞாபகம் வைத்துச் செய்த ஆராய்ச்சிகள் மூலமாக, ஒத்த உள்ளமைப்புடைய இரும்பில் துருப்பிடிப்பது குறைவென்றும், வேறு ஏதேனும் ஒரு வாயு அல்லது திரவம் அல்லது கனபதார்த்தம் கலந்த நீருடன் இரும்பு சம்பந்தப்படும்போதுதான் துருப்பிடிப்பது அதிகமாகிறதென்றும் தெரியவந்திருக்கிறது.

முன்னமொரு முறை, படிகரூபத்திலுள்ள உலோகத் தாதுக்கள், நால்வகை உயிர்த் தோற்றத்துள் ஒன்று என்று கருதிய பாஷாணம் ஆகுமென்றும், அப்படிகத்தின் வளர்ச்சி முதலியவற்றை எண்ணும் போது, அதற்கு உயிருண்டு என்று கருதலாமென்றும் குறிப்பிட்டோம் (பக்கம் 25). இதே போன்ற மற்றொரு தன்மை இங்குக் கருதற் குரியது. மக்கட் பண்புகளனைத்திலும் சிறந்த பண்பு, தியாகம் என்பதாக நாம் கருதி வருகிறோம்; தனக்கென வாழாப் பிறர்க்குரியாளன் என்றெல்லாம் தியாகத்தை நம் இலக்கியங்கள் புகழ்கின்றன. உலோகங்களிடத்துக்கூட, சில சமயம் தியாக வுணர்ச்சி காணப்படுகிறது என்றால், உண்மை யென்று எண்ணத் தோன்றாது; வெறும் வேடிக்கை என்றே கருதத் தோன்றும். ஆனால் இது வேடிக்கையன்று, உண்மை.

பெரிய தொழிற் சாலைகளில், நீராவி உற்பத்தி செய்ய வேண்டி, பெரிய கொப்பறைகளில் நீரை நிரப்பிக் காய்ச்சிக் கொதிக்க வைப்பார்கள். ஈரத்தால் இரும்புக் கொப்பறைகள் நாளடைவில் துருவேறுவதுண்டு. ஆனால் இப்படித் துரு ஏறுவதைக் குறைக்கும் நோக்கத்துடன், கொப்பறை நீரின் நடுவில், சிறு துத்தநாகக் கட்டியொன்றை ஒரு கம்பியில் கட்டித் தொங்க விடுவது வழக்கம். நாளடைவில் என்ன ஏற்படுகிறதென்றால், இந்த நாகக்கட்டி நீரால் அரிக்கப்பட்டுக் கரைந்து போகிறது; கொப்பறை இரும்பில் அதிகம் துரு ஏறுவதில்லை. இதைப் பார்க்கும்போது, நீருக்கு எதையேனும் தின்ன வேண்டுமென்னும் பசி ஏற்பட்டிருந்ததென்றும், இந்தப்

பசிக்கு நாகம் தீனியாகிவிட்டால், இரும்பு தப்பி விடுகிற தென்றும் சொல்லத் தோன்றுகிறது; இவ்விதம் நாகமானது, தன் உயிரைக் கொடுத்து இரும்பைக் காப்பதை, உலோகக் கலை வல்லோர் தியாக வுணர்ச்சி என்றுதான் கூறுகிறார்கள்.

இரும்பு துத்தநாகம் ஆகிய இரண்டையும் அரிக்கும் தன்மை நீருக்குண்டு. ஆயினும், துத்தநாகம் கிடைத்தால், இரும்பை நீர் அவ்வளவாக அரிப்பதில்லை. இந்த இயல்பை நுணுகி ஆராய்ந்த நிபுணர்கள், இந்த உலோகங்களும் நீரும் சேர்ந்து இருக்கும்போது, மின்சாரம் பிறந்து, மின்சார ஓட்டம் ஏற்படுகிற தென்றும், அவ்வோட்டம் காரணமாகவே, நாகக் கட்டி அரிபடுகிறது, இரும்பு துருப் பிடிக்கிறது, செம்பில் களிம்புண்டாகிறது என்றும் கூறு கிறார்கள். சுத்தமான நீரில் மின்சாரம் செல்வதில்லை; அவ்விதமே மிகவும் சுத்தமான நீரில் துருப் பிடிப்பதில்லை. நீரில் வேறு ஏதேனும் இரசாயனப் பொருள் சம்பந்தப் பட்டால்தான் மின்சாரம் செல்ல முடியும்; துருவும் பிடிக்கமுடியும். காற்றோ வேறு வஸ்துவோ கலந்துள்ள நீரில் மின்சார ஓட்டம் ஏற்படுகிறது துருவும் உண்டா கிறது.

பாதுகாப்பு

துருப் பிடிப்பதையும், துருப் பிடியாது காப்பதையும் குறித்த பின்வரும் உண்மைகள் அறியத் தகுந்தவை. சுத்தமான, அதாவது தூய கலப்பற்ற உலோகம், துரு ஏற்படுவதை எதிர்த்து நிற்கும்; அசுத்தக் கலப்புள்ள உலோகம், எளிதில் துருவுக்கு இடங்கொடுத்துவிடும். சுத்தமான அலுமினிய உலோகம் எளிதில் பொத்துப் போவதில்லை. ஆனால், அசுத்தக் கலப்புடைய சாமானிய தொழிற் சாலை அலுமினியமானது மிக எளிதில் பொத்துப் போவதை நாம் பார்த்திருக்கிறோம்; காரணம் இந்த அலு மினியப் பாத்திரம் செய்வதில் அசுத்தம் கலந்து போவது தான். உலோகங்களில் கலந்துள்ள அசுத்தத்தைப் போக்கிச் சுத்த உலோகங்கள் செய்யும் முறைகள் வரவர விருத்தியடைந்து வருகின்றன. இவற்றின் பயனாய், துரு

ஏறுதல் முதலான குறைபாடுகள் நாளடைவில் குறைவாதலுங்கூடும். தனியுலோகம் போலவே கலப்புலோகத்திலும், அசுத்தம் அறவே நீக்கப்பட்டால், துரு முதலிய கெடுதல்கள் குறையும்.

இரண்டாவதாக, துரு முதலியவை குறைவதற்கு இயற்கையே வழிசெய்து வைத்திருக்கிறது. குறித்த ஓர் உலோகம் முழுமையும் துருப் பிடிக்க வேண்டுமானால், அதாவது முழுமையும் அரிபட வேண்டுமானால், அரிக்கிற காற்ரோ ஈரமோ அவ்வுலோகம் முழுமையிலும் படவேண்டும். இரும்பு எஃகு முதலியவற்றைப் பொறுத்தவரையில், இப்படி ஏற்படும் அரிப்பு அதிகம். இரும்பின்மேல் உண்டாகும் துருவானது, வலிமையுடையதன்று. எனவே, ஈரமும் காற்றும் தன்னைக் கடந்து உட்சென்று மேலும் இரும்பை அரிக்க இத்துரு இடங் கொடுத்து விடுகிறது. வேறு சில உலோகங்களில் ஏற்படும் துரு (அதாவது அவ்வுலோக ஆக்ஸைடு) மிக்க வலிமையுடையது; இது, தான் தோன்றிய பின், மிச்சமுள்ள உலோகம் அரிபடாதபடி தான் பாதுகாக்கிறது. உதாரணமாய்க் குரோமியம் அலுமினியம் என்ற இரண்டு உலோகங்களைக் குறிப்பிடலாம். சுத்தமான அலுமினியத்தின்மேல் ஈரக்காற்றுப் பட்டவுடன், அலுமினியம் ஆக்ஸைடு உண்டாகிறது. இது அலுமினியத்தின் மேற்பரப்பெங்கும் கவிந்து மூடிவிடுகிறது. இதன் பயனாய்ப் பின்னுள்ள அலுமினியத்தைக் காற்றும ஈர்மும் நெருங்க முடிவதில்லை. ஆகவே, மிச்சமுள்ள உலோகம் துருவேருமல் தப்புகிறது. முதலில் உண்டான அலுமினியத் துரு பின்னும் துருவேருதபடி காப்பதால்தான், அலுமினியம் கறுக்காது என்று சொல்லுகிரேம் (பக்கம் 115). குரோமியத்திலும், கறுக்காத எஃகு என்று சொல்லும் குரோமியம் கலந்த எஃகிலும், இதே மாதிரி, குரோமிய ஆக்ஸைடு உண்டாகி, அது மற்ற உலோகம் அரிபடாமல் காக்கிறது. எனவே, இது இயற்கையே உலோகம் கெடாமல் காப்பதற்காகக் கையாளும் முறை என்று கூறலாம்.

மூன்ருவது, இரும்பு முதலியன கறுக்காமல் பிற உலோகங்களால் முலாம் பூசுவது. சைக்கிள் கைப்பிடி,

மணி முதலான பகுதிகள் இப்படிப் பூசியிருப்பதை நாம் அறிவோம். மின்சாரத்தினால் இப்படிப் பூசுவது காரணமாக, இதை எலெக்ட்ரோ-பிளேட்டிங் (உலோக மின் சாரப் பூச்சு) என்று கூறுகிறோம். இப்படி உபயோகிக்கும் உலோகங்கள் நிக்கெல், குரோமியம் முதலியனவாகும். தகரங்களுக்கு ஈயம் பூசியிருப்பதும், நம் நாட்டில் சமையல் பாத்திரங்களான பித்தளை, செம்பு முதலியவற்றுக்கு ஈயம் பூசுவதும், மேற் குறிப்பிட்ட பூச்சில் ஒருவகை. இவை மின்சாரப் பூச்சல்ல; பாத்திரங்களுக்குப் பூசுவது, கன்னர் கையால் செய்யும் வேலை. பெரு வாரியாய்த் தகரம் முதலியவற்றுக்குப் பூசும்போது, தோய்த்தெடுப்பதே வழக்கம்.

மேலே குறிப்பிட்டது உலோகப் பூச்சு; வர்ண எண்ணெய்ப் பூசனை நான்காவதாகக் குறிப்பிடலாம். தார் பூசுவது, மெருகெண்ணெய் பூசுவது முதலியன யாவும் ஒன்றே. அடிக்கடி நீர் வந்து அலைமோதும் இருப்புப் பாலம், நீரிலேயே மிதக்கும் கப்பல் முதலியவற்றுக்கு இப்படி வர்ணமடிப்பது மிகவும் அவசியம்; அடிக்கடி வர்ணமடிக்கவும் வேண்டும்.

கெடுதலான நீரை உபயோகிக்கும் உலோகப் பகுதிகள் சீக்கிரம் அரிபடும் என்பதை முன்னமே குறிப்பிட்டோம். சாக்கடைத் தண்ணீர் விழும் வாய்க்காலிலிருந்து நீர் இறைத்து வேலை செய்யும் இயந்திரங்கள் விரைவில் அரிபட்டுப் போகும். ஆஸ்பத்திரிக் கழிவுநீர், தொழிற்சாலைக் கழிவுநீர் முதலியவற்றின் சம்பந்தமும் இப்படியே. நல்ல தண்ணீரை மொள்ளும் இருப்புத் தோண்டி விரைவில் கெடாது. கந்தகநீர், சுண்ணாம்பு நீர், உப்புநீர் முதலிய நீருள்ள கிணற்றில் உபயோகிக்கும் தோண்டியும் வாளியும் விரைவில் கெட்டுவிடும்.

துருவுக்குக் காரணம் ஒரு வகை மின்சார ஓட்டம் என்று முன்னமே குறிப்பிட்டோம். இவ்வோட்டத்துக்கு எதிர்ப்புறமாகச் சொற்ப மின்சாரம் ஓடும்படி செய்து, பெரிய இயந்திரசாலைகளில் துருவால் விளையும் தீமையைக் குறைக்கிறார்கள்.

வீறல்

துருவும் களிம்பும் போல, வீறலும் ஒரு கெடுதல். பருவகால மாறுதல்கள் காரணமாய்க் கலப்புலோகங்கள் வெடிப்பதுண்டு; இந்தியாவில் செய்து சேமித்து வைத்திருந்த துப்பாக்கிக் குண்டு உறைகள் அடிக்கடி வெடித்திருக்குமாம். இதை நாம் பருவ வீறல் என்று கூறலாம். உலோகம் ஒருமித்துக் கலந்திருந்த போதிலும் கூட, அழுத்தம் கூடுதல் குறைதலாக இருந்தமையால் இப்படி வீறல் விடுகிறதென்று கண்டிருக்கிறார்கள். வெண்கலப் பாத்திரங்கள், இருப்புச் சாமான்கள் முதலியன வெப்பம் மிகுந்த பருவத்தில் இப்படித் தாமே வெடிப்பதுண்டு. பெருவாரியாய்க் கலப்புலோகச் சாமான்களை உற்பத்தி செய்யும் தொழிற்சாலைகளில், இவ் வீறல் விடுவதைப் போக்கும் பொருட்டு, உலோகத்துக்கும் கலவைக்கும் ஏற்றபடி, குறித்த ஓர் வெப்ப நிலை வரையில் சாமானைக் காய்ச்சிக் குளிரவைப்பதன் மூலம், அவ்வுலோகத்தில் அடங்கிக் கிடந்த அமுக்கத்தை வெளிப்படுத்திப் போக்கி விடுகிறார்கள். இப்படிச் செய்தபின், அக் கலப்புலோகச் சாமான்கள் வீறல் காணுவதில்லை.

---

46. முடிவுரை

"அருளே உலகெல்லாம் ஆள்விப்பது" என்று காரைக் காலம்மையார் பாடினார். இருக்கலாம்; ஆனால் உண்மையில் நாம் இதுவரையில் பார்த்தவற்றால், 'உலோகமே உலகெலாம் ஆள்வது' என்றால் தவறாகாது.

இயற்கை யன்னையான பூமி தரும் செல்வம் இரண்டு; அவற்றுள் உழவுச் செல்வம் முதலாவது. மற்றது, சுரங்கச்

செல்வம். சுரங்கச் செல்வம் எல்லா வகையிலும் இயற்கையாகவே நிறைந்துள்ள நாடுகள் ருஷ்யாவும் அமெரிக்காவும் என்று இதுவரையில் நாம் பார்த்தவற்றால் அறியலாம். ஆனால், சமீபகாலத்து யுத்தத்தில் மும்முரமாக ஈடுபட்டிருந்த இரண்டு முக்கியமான நாடுகளான பிரிட்டனிலும் ஜெர்மனியிலும் சுரங்கச் செல்வம் மிகவும் சொற்பம். பிரிட்டனுக்குள்ளது நிலக்கரியும் இரும்பும்; ஜெர்மனிக்குள்ளது மக்னீஷியம்; இப்படியிருக்க, இவையிரண்டும் எல்லா உலோகங்களையும் எப்படிக் குறைவற உபயோகித்துப் போர் நடத்த இயன்றது என்பது ஒரு ரசமான விஷயம்தான். பிரிட்டனுக்கு எல்லா உலோகங்களும் குறைவறக் கிடைத்ததற்குக் காரணம், சூரியன் அஸ்தமிக்காத அதன் சாம்ராஜ்யந்தான். கானடா, ஆஸ்திரேலியா மலாயா, அதையொட்டிய தீவுகள், ஆப்பிரிக்கா, கடைசியாக இந்தியா என்றெல்லாம் மிக்க திறமையோடு உலகத்தையே கட்டி யாண்டமையால், பிரிட்டனுக்கு உலோகத் தட்டு ஏற்படவில்லை. இந்தியமண்ணில் பீகாரில் மாங்கனீஸ் உலோகம் கிடைத்த தென்றால், இது பர்மிங்ஹாம், மாஞ்செஸ்டர், ஷெப்பீல்டிலுள்ள இருப்புத் தொழிற்சாலைகள் எஃகு செய்வதற்காகத்தான்; வட பர்மாவில் டங்ஸ்டன் உலோகம் கிடைத்த தென்றால், இது பிரிட்டிஷ் கம்பெனிகள் எஃகு செய்யவும் மின்சார பல்பு செய்யவுமேதான். மலாயாவில் ஏராளமான ஈயம் கிடைததென்றால், இது இங்கிலாந்தில் கொண்டுபோய் செப்புடன் கலந்து வெண்கலமாக்கிப் பீரங்கிசெய்து, ஜெர்மனிமீது குண்டு பொழியவும் சுதந்திர உணர்ச்சி பெற்ற இந்தியர் மீது குண்டு பொழியவுந்தான் — இவைகளே பிரிட்டிஷ்காரருடைய முடிவான சித்தாந்தம். மலாயாவும் பர்மாவும் இந்தியாவும் அடிமைகளா யிருந்த வரையில் இது சாத்தியமில்லை யென்று சொல்ல முடியுமா?

இவ்வாறு உலோகச் செல்வம் மிகுதியாய்க் கொள்ளை கொண்ட பிரிட்டன், தன்னைப்போல் சிறிய நாடாயிருந்து தன்னைப்போல் பெரிய சாம்ராஜ்யம் பெறாத ஜெர்மனிக்கு உலோகச் செல்வம் கிடைக்காமற் பண்ணித் தோல்வியடையச் செய்யலாம் என்று எண்ணியதிலும் வியப்பில்லை.

ஆனல், இந்தப் 'பொருளாதார முற்றுகை' பலிக்க வில்லை. ஜெர்மனிக்கு எந்த உலோகமும் கிடைக்காமற் போக வில்லை, உலோகப் பஞ்சத்தால் அது தோல்வி யுறவுமில்லை. இதற்குக் காரணங்கள் பல.

யுத்தத்துக்கு முந்திய பல வருஷங்களாகவே ஜெர்மனி தன்னிடமில்லாத முக்கிய உலோகங்களைச் சேமித்துக் கொண்டே வந்தது. இவ்வாறு சேமித்தவை செம்பு, நிக்கெல், டங்ஸ்டன், மோலிப்டினம் என்பன. போருக்குத் தேவையான உலோகங்களைப் பிறவேலைகளுக்கு அதிகமாய் உபயோகிக்கலாகாது என்று தன் நாட்டில் கண்டிப்பு ஏற்படுத்தியது. தொழிற்சாலைகளில் கிடைக்காத உலோகங்களுக்குப் பதில் அதிகம் கிடைப்பவற்றை உபயோகிக்கும் முறைகளைப் புதிதாகத் தெரிந்து கையாண்டது; மின்சாரத் தொழிலில் செப்புக்குப் பதில் அலுமினிய உலோகத்தைப் பெருக்கிற்று; நிக்கெல் எஃகுக்குப் பதிலாக மாங்கனீஸ் எஃகு மோலிப்டின எஃகு என்பவற்றைப் பெருக்கிற்று. செம்புக் கலப்புக்குப் பதிலாகத் துத்தநாகக் கலப்பைப் பெருக்கிற்று. கடைசியாக அயல் நாடுகளைப் பிடித்ததன் மூலம், அளவற்ற உலோகச் செல்வம் அதற்குக் கிடைத்தது. பின் வரும் உதாரணங்களைக் குறிப்பிடலாம்.

ஆஸ்திரியா - மக்னீஷியம்; இத்தாலி - அலுமினியம், பாதரசம்; கிரீஸ் - மக்னீஷியம், குரோமியம், மோலிப்டினம்; செக்கோஸ்லோவகியா - இரும்பு (எஃகு); நார்வே - மோலிப்டினம், அலுமினியம், இரும்பு செய்ய மின்சாரம்; பிரான்ஸ் - அலுமினியத் தாதுவான பாக்ஸைட் (உலகத்திலேயே இங்குத்தான் மிக அதிகம்), இரும்பு; பெல்ஜியம் - இரும்பு, துத்தநாகம்; போலந்து - துத்தநாகம்; யூகோஸ்லேவியா - அலுமினியம், குரோமியம், ஆண்டிமொனி; லக்ஸெம்பர்க் - இரும்பு; ஹங்கேரி - அலுமினியம்; ஹாலந்து - கிழக்கிந்தியத் தீவுகளிலிருந்து வந்த ஈயம். தவிர, ருஷ்யாவில் சில பகுதிகளைக் கொஞ்ச காலம் பிடித்ததில், கோடிக்கணக்கான டன் எடையுள்ள இரும்புத் தாதுக்கள், மாங்கனீஸ் தாதுக்கள் முதலியன ஜெர்மனிக்குக் கிடைத்தன.

போர்க் கருவிகளுக்கு மிகுதியும் வேண்டிய இரும்பும், விமானங்களுக்கு வேண்டிய அலுமினியமும் மக்னீஷியமும் இவ்விதம் ஜெர்மனிக்கு ஏராளமாய்க் கிடைத்தபடியால், 'நேச' நாடுகளின் பொருளாதார முற்றுகை எவ்விதத்திலும் பயன்படவில்லை. மலாயாவை ஜப்பான் பிடித்ததும், நேச நாடுகளுக்கு ஈயம் கிடைக்க வழியே இல்லாதுபோயிற்று. இந்த ஈயம் ஜப்பானுக்கும் ஜெர்மனிக்கும் உதவிற்று. எனவே, ஜப்பானும் ஜெர்மனியும் சேர்ந்தபின், எவ் விதத்திலும் அவற்றுக்கு உலோகப் பஞ்சம் ஏற்படவில்லை.

உலோகங்களின் எதிர்காலம்

நெடுங்காலமாக மனிதன் உலோகங்களை உபயோகித்து வந்ததால், எவ்வளவோ உலோகம் செலவாகி விட்டது. உலோகம் அதிகமாயுடைய தாதுக்களையும் சுரங்கங்களையும் மனிதன் தீர்த்து விட்டான். வருங்காலத்தில் உலோகம் கொஞ்சமே யுள்ள தாதுக்களையும் சுரங்கங்களையும் உபயோகிக்க வேண்டிவரும். உபயோகித்த உலோகங்கள் எங்கும் ஓடிப்போய் விடவில்லை; இரும்பென்றால், துருவாக மாறி, எங்கெல்லாமோ கரைந்து போய்விட்டது. இதைத் தேடி உருவாக்குவது இனி முடியாத காரியம். கடலில் முழுகிவிட்ட கப்பல்களைத் தேடிப் பிடித்தால் உப்பு நீரில் போனது போக எவ்வளவோ உலோகம் எடுக்கலாம். இது நடக்கிற காரியமா?

எதிர் காலத்தில், சீனம், தென்னமெரிக்காவிலுள்ள பிரேஸில், ருஷ்யாவிலுள்ள ஸைபீரியா ஆகிய இடங்களில் புதுச் சுரங்கங்களின் மூலம் ஏராளமான உலோகம் கிடைக்கு மென்று நம்புகிறார்கள். தவிர, கடல் நீரிலிருந்து மக்னீஷிய உலோகம் இப்போது சொற்பம் எடுக்கிறார்கள். சௌகரியமாய் மின்சாரம் கிடைத்தால், இன்னும் அதிகமாய் எடுக்க முடியுமாம். அன்றியும், இதுவரை தோண்டிய சுரங்கங்கள் பூமியின் மேல்மட்டத்தில் மட்டுமே தோண்டப்பட்டன. இனி ஆழத்தில் தோண்டும்படியும் நேரலாம்.

பழைய உலோகங்கள் போக, புது வகைக் கலப்பு லோகங்கள் பல சிறந்த உபயோகமுடையன. மாங்கனீஸ் குரோமியம் மோலிப்டினம் என்ற மூன்றும் வெவ்வேறு விதமாய்க் கலந்த எஃகு இனி மோட்டார் உற்பத்தியில் விரிவாய் இடம் பெறலாம். வார்ப்பிரும்பில், கலப்பு லோகம் கலந்து உபயோகத்துக்கு வரவும் கூடும். புதிய உலோகங்களான பெரில்லியம், டைடேனியம், நியோபி யம், டான்டலம், ஸிர்கோனியம் என்பவற்றுக்கு உபயோ கம் பெருகவுங்கூடும். பெரில்லியம் செம்புக் கலப்புக்கும், மற்றவை எஃகுக் கலப்புக்கும் அரிய துணைகளாகும். வெட்டும் கத்தி முதலிய கருவிகளுக்கு டங்ஸ்டன் கார் பைடு உபயோகத்திலிருக்கிறது. டைடேனியம், டான் டலம் என்பவற்றின் கார்பைடுகளும் இவ்வித உபயோகத் துக்கு இன்னும் அதிகமாய்ப் பயன்பட ஆரம்பிக்கும். மாங்கனீஸ் முதலியவற்றின் துணைபால், எஃகில் பல்வேறு புதிய உயர்ந்த ரகங்கள் ஏற்படும். உணவுத் தொழில், மின்சாரத் தொழில் என்பவற்றில் வெள்ளிக்கு இனி விரிவான உபயோகமிருக்கும்.

உலோகத் தொழில் நிபுணர்கள் மூன்று துறைகளில் வேலை செய்கிறார்கள். ஒருவகையார், சுரங்கத்திலிருந்து தாதுவை எடுத்துச் சுத்தம் பண்ணி உலோகம் தயாரிக்கும் வேலை செய்வோர்; சுரங்கம் கண்டுபிடிப்பதும் இவர்கள் வேலை. இரண்டாவது வகையார் உலோகச் சாமான் செய்வது, இணைப்பது முதலிய தொழில் திறமை பெற்றோர். மூன்றாவது வகையார், உலோகக் கணிதம் வல்லோர்; உலோகத்தின் உள்ளமைப்பு, கலப்பு விதம், அவற்றின் உறுதி, திட்பம் முதலியவற்றை நேரேயும் கணித மூலமா யும் ஆராய்ந்து உண்மையை அறிவோர். உலோகத் தொழில் வளர்ச்சியானது இம் மூன்று வகையாரின் வேலையையும் பொறுத்ததாகும்.

நிலக்கரித்தாரிலிருந்து, மெழுகுப் பொருள்கள் செய் யும் வேலை இப்போது விரைந்து வளர்ந்து வருகிறது; ஆங்கிலத்தில் இதைப் பிளாஸ்டிக் தொழில் என்பார்கள். சிறிய அளவில் இது உலோகத்துக்குப் போட்டி என்று கருதலாம். எனினும், பெரிய வேலைகளில் உலோகங்கள்

உபயோகப்படும் நிலைமை மாருது. அவற்றுக்குள்ள தேவை என்றும் இருந்துகொண்டே இருக்கும், பெருகிக் கொண்டும் வரும்.

கண்ணுடித் தொழில், சிமிட்டித் தொழில் என்ற இரண்டும் சிறிதளவுக்கு உலோகத் தொழிலுடன் போட்டியிடுதல் கூடும்.

லேசான உலோகங்களின் உற்பத்தி இப்போது எல்லை கடந்து பெருகியிருக்கிறது. காரணம், விமானத் தொழில்; அலுமினியம் பெரில்லியம் மக்னீஷியம் என்பன இன்னும் அதிகமாய் உற்பத்தியாகி, அதிகமாய் உபயோகிக்கப் பெறலாம்.

இரும்பு, மாங்கனீஸ், நிலக்கரி, அலுமினியம், மைகா முதலியன இந்தியாவில் மிகுதி. காரீயம், செம்பு, ஈயம், துத்தநாகம் என்பனவும் பெருக இடமுண்டு. பர்மாவின் துணையும் இந்தியாவுக்கு இருந்து, சுதந்திர இந்தியாவில் இயந்திரத் தொழில்களும் விரைவில் ஓங்குமானல், உலோகத் தொழிலில் அமெரிக்காவுக்கும் ருஷ்யாவுக்கும் சமமான இடத்தை இந்தியாவும் பெறுதல் கூடும்.

அந்த நாள் விரைவில் வருவதாக.

அனுபந்தங்கள்

க. இந்தியாவின் சுரங்கச் செல்வம்

பின்வரும் குறிப்புக்கள், இந்திய சர்க்கார் ஆதரவில் இந்தியச் சுரங்கச் செல்வம் பற்றிக் கல்கத்தாவிலிருந்து வெளிவரும் பத்திரிகையின் முதல் இதழிற் கண்டவை (ஜனவரி 1947). இந்தியாவின் சுரங்க வளம் பெரியதான போதிலும், ஏராளமானதென்றோ வற்றாததென்றோ கருத இடமில்லை. இரும்பு, மைகா, அலுமினியம், டைடேனியம், தோரியம் என்பவற்றின் தாதுக்கள் நீங்கலாக, மற்றவை நம் நாட்டில் குறைவாகவே கிடைக்கின்றன. எனவே, கிடைப்பதை மிக்க சிக்கனமாகவும், தேசத்தின் அடிப்படையான தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்வதற்காகவும் மட்டுமே உபயோகிப்பது, ஆட்சி நடத்துவோரின் முதன்மையான பொறுப்பாகும்.

இந்தியச் சுரங்க உற்பத்தியில் பின்வரும் இருபத்திரண்டும் முதலிடம் வகிப்பனவாகும்.

உலோகத் தாது	1944-இல் மதிப்பு லக்ஷ ரூபாய்	ஏற்றுமதி
நிலக்கரி	2,724	சொற்பம்
இரும்பு	2,678	சொற்பம், உருக்கு உருவத்தில்.
மாங்கனீஸ் தாது	430*	90 சத வீதம்
பொன்	355	பெரும் பகுதி
மைகா	273	முழுமையும்
உப்பு	246	—
கட்டிடக் கல் முதலியன	225	—

உலோகத் தாது	1944-இல் மதிப்பு லக்ஷ ரூபாய்	ஏற்றுமதி
பெட்ரோல்	178	சொற்பம்
செம்பு	67	சொற்பம்
இல்மனைட்	16*	முழுமையும்
பீங்கான் மண்	13 (சுமார்)	—
ஸால்ட்பீட்டர்	10	பெரும்பகுதி
இரும்பு – மாங்கனீஸ்	8	—
குரோமைட்	7*	முழுமையும்
மாக்னிஸைட்	5	—
ஸ்டீயடைட்	5	பெரும்பகுதி
ஜிப்ஸம்	3	—
மோனஸைட்	2*	முழுமையும்
வயிரம்	2	—
புல்லர் - மண்	2	—
ரூடைல்	2	முழுமையும்

குறிப்பு : *யுத்தத்துக்கு முந்திய நிலவரம். நிலக்கரி ஏற்றுமதியானது, பிரிட்டிஷ் சாம்ராஜ்யத்தின் குடியேற்ற நாடுகளுக்கு. ஸால்ட் பீட்டர் - பொடாஸ்ஸியம் நைட்ரேட் என்ற உப்பு; உரத்துக்கும் வெடி மருந்துக்கும் உபயோகமாவது. ஸ்டீயடைட் என்பது ஒரு வகை மாக்கல். ஜிப்ஸம் - ஒருவகைக் கால்ஸியம் உப்பு (ஸல்பேட்); சிலை அமைப்பது முதலான வேலைக்குரிய ஒருவிதச் சிமிட்டி செய்ய உதவுவது. புல்லர் மண் புல்லர்ஸ் எர்த் என்பது; முகப்பவுடர் போல் உபயோகமாவது. ரூடைல் - டைடேனியம் ஆக்ஸைடு ஆகிய ஒரு டைடேனியத் தாது. மேற் குறித்த விவரத்தால், இவ்வுலோகத் தாதுக்கள் பெரும்பான்மையும் ஏற்றுமதியாவது தெரிய வருகிறது. இவ் வேற்றுமதி இந்தியத் தொழில் வளர்ச்சிக்கு எவ்வளவு கேடானது என்பது தெளிவு. இவற்றை நம் நாட்டிலேயே உபயோகித்தால் நமது தொழில்கள் எவ்வளவோ முன்னேற்ற மடையும்.

பின்வரும் அட்டவணை, இரண்டாந் தரமான சில உலோகத் தாதுக்களின் நிலைமையைக் காட்டும்.

இவற்றை விசேஷமாய் அபிவிருத்தி செய்ய இடமிருக்கிறது.

தாது	1944-இல் மதிப்பு ஆயிரரூபாய்	ஏற்றுமதி நிலவரம்
ஸிர்கன்	2 070	முழுமையும்
பேரைட்	1,790	—
ஓக்கர்	1,560	—
ஆண்டிமொனி	1,540	—
கிராபைட்	1,310	—
ஆஸ்பெஸ்டாஸ்	1,220	—
பெரில்	1,000	முழுமையும்
டங்ஸ்டன் தாது	900	—
குருவிந்தம்	780	பெரும்பகுதி
பாக்ஸைட்	570	—
வெள்ளி	480	—
போராக்ஸ்	450-1,120	பெரும்பகுதி
ஆகேட்	80	"
பெல்ட்ஸ்பார்	40	—
ஆபடைட்	20	—

குறிப்பு: ஸிர்கன் - ஸிர்கோனியத் தாது. பேரைட் - பேரியத் தாது. ஓக்கர் - வர்ணவேலையில் உபயோகிக்கிற இயற்கை மண்ணில் ஒருவகை. ஆஸ்பெஸ்டாஸ் - தீப் பற்றாது தடுக்கவல்ல பொருள்கள் செய்யத்தக்க ஒரு தாது. போராக்ஸ் - போரான் என்ற அலோகத்தின் தாது; சோப்பு முதலியவற்றிலும், போரிக் பவுடர் என்ற மருந்திலும் உபயோகமாவது. ஆகேட் - கடினமான ஒரு கல்; மணியாகவும் உபயோகப்படுவது. பெல்ட்ஸ்பார் - கண்ணாடி செய்ய உபயோகமாகிற ஓர் அலுமினியத் தாது. ஆபடைட் - பாஸ்பரஸ் என்ற அலோகம் தருகின்ற முக்கியமான தாது.

க. உலக வியாபாரத்தில் இந்திய ஏற்றுமதி மிகவும் அதிகம் என்று கருதத்தக்க தாதுக்கள்: இரும்புத்

தாதுக்கள், டைடேனியத் தாதுக்கள், தோரியத் தாதுக்கள், மைகா.

௨. அடுத்தபடியாக அதிக ஏற்றுமதிஎன்றுசொல்லத் தக்கவை: மாங்கனீஸ் தாதுக்கள், ஜிப்ஸம், சூடேறுக்கல்லுக்குரிய தாதுக்கள், பெரில், பாக்ஸைட், மாக்னிஸைட், மோனஸைட், ஸ்டீயடைட், ஸிலிகா, சிலேக்கேற்ற கருங்கல்லான கிராணைட், உப்புத்தாள் முதலான அராவுவேலைக்குரிய தாதுக்கள், குருவிந்தம்.

௩. இந்தியத் தேவைக்குப் போதும் என்று கருதத் தக்கவை: நிலக்கரி, கண்ணாடிக்கு வேண்டிய மணல், பொன், பெல்ட்ஸ்பார், கட்டிடக்கல், ஸிர்கன், பீங்கான் முதலியவற்றுக்கான களி, பேரைட், அருமணிகள், படிக்காரம், அலுமினியத் தாது, போராக்ஸ், குரோமியத் தாது, பாஸ்பேட், கற்பலகை, ஆண்டிமொனி, வர்ணச் சரக்கு, ஸோடியத் தாது, வனேடியம், சிமிட்டிக்கு வேண்டியவை, பைரைட், நைட்ரேட்டுகள், சலவைக்கல், ஆர்ஸெனிக், சுக்கான், டோலோமைட்.

௪. அன்னிய இறக்குமதியையே நம்பியிருக்க வேண்டியவை: வெள்ளி, கந்தகம் செம்பு, ஈயம், மோலிப்டினம், சாலை போடுவதற்கான தார்வகைகளுள் ஒன்றுன ஆஸ்பால்ட், நிக்கெல், காரீயம், பாதரசம், பிளாட்டினம், பொடாஷ், பெட்ரோல், துத்தநாகம், டங்ஸ்டன், கிராபைட், புளோரைடு உப்புக்கள்.

இரும்பு: ஸிங்பாம், அதனருகிலுள்ள சமஸ்தானங்கள், பஸ்தார், மைசூர், மத்திய மாகாணங்கள் ஆகிய இடங்களில் வேண்டிய அளவு கிடைக்கிறது; நெடுங்காலம் கிடைக்குமென்று எண்ண இடமுண்டு. 1938-இல் உற்பத்தி: இரும்புத் தாது 27,43,575 டன்; உருக்கு 15,39,889 டன்; எஃகு 6,93,064 டன்; அவ்வருஷ ஏற்றுமதி: தாதுவும் உருக்கும் 525,529 டன்; எஃகு 66,151 டன். எதிர்காலத்தில் இந்திய இரும்பு, எஃகுத் தொழில் மிகவும் பெருக வசதியுண்டு; தாதுக்கள் குறைவறக் கிடைக்கும்; நிலக்கரிப் பஞ்சத்தால்தான் தடை ஏற்படலாம். ஏற்பட்டாலும், மின்சார வளம் பெருகி விடுமானல், அது கொண்டு இத் தொழிலை விரித்துக்கொள்ளலாம்.

மைகா: உலகெங்கும் மின்சாரக் கருவிகளுக்கு அவசியமான மைகா இங்கிருந்தே போகிறது. இந்திய மைகா இன்னும் நெடுநாள் கிடைத்துவரும். ஆனால், இத்தொழில் இங்கு இன்னும் சிறந்த சாஸ்திரீய முறையில் நடைபெற வேண்டும்.

மாங்கனீஸ்: உயர்தரத் தாது இங்குக் கிடைக்கிறது; இதில் 48 சத வீதப் உலோகமுண்டு. இந்திய உற்பத்தியில் 90 சத வீதம் (7 அல்லது 10 லக்ஷம்) வருஷந்தோறும் ஏற்றுமதியாகிறது. தாதுவாகவே ஏற்றுமதி செய்வதற்கு முக்கிய காரணம், இங்கு மென்மையான நிலக்கரி வசதி குறைவா யிருப்பதாகும்.

பாக்ஸைட்: இந்தியச் சுரங்கச் செல்வம் 25 கோடி டன்னுக்கு மேலிருக்கலாம்; இந்திய அலுமினியத்துக்குத் தாது இதுவே. வருஷ உற்பத்தி 10-15 டன்தான்.

நிலக்கரி: நிலக்கரிச் சுரங்கவேலை இங்குத் திருப்திகரமாயில்லை. நிலக்கரி முழுமையும் உலோகத் தொழிலுக்ென்று ஒதுக்காமல் வேறு வேலைகளுக்குப் போய்விடுவதால், தாதுவிலிருந்து இங்கு உலோகம் செய்வதில்லை. ஆகவே, தாது ஏற்றுமதி மூலமாய் நமக்குப் பெருத்த உலோக நஷ்டம் விளைகிறது. நிலக்கரியிலிருந்து கிடைக்கும் உப பொருள்கள் தார், பலவகை எண்ணெய்கள், பென்ஸீன், அம்மோனியா முதலான எத்தனையோ. இவற்றைச் சரியாக எடுக்காமையால் ஏற்படும் சேதமும் அதிகம். இந்த நிலைமைக்கெல்லாம் இன்னும் பரிகாரம் ஏற்படவில்லை.

இந்திய உற்பத்தி: 1937-250 லக்ஷம் டன்; 1938-283½; 1939-277½; 1940-294; 1941-294½; 1942-294½; 1943-255; 1944-261 லக்ஷம் டன்.

உ. உலோகங்களின் அட்டவணை

இந்நூலுள் விவரிக்கப் பெற்றுள்ள உலோகங்களின் அட்டவணையைக் கீழே காணலாம். இதனுள், 3-ஆம் பத்தி, உலோகத்தின் ஆங்கிலப் பெயர். 4-ஆம் பத்தி, அணுக் கிரம எண் (atomic number); அதாவது, இயற்கையி லுள்ள 92 தனிப்பொருள்களின் கிரம வரிசையில், குறித்த உலோகத்துக்கு இரசாயன ரீதியாக உரிய எண். 5-ஆம் பத்தி, இரசாயன சாஸ்திரத்தில் அவ்வுலோகத்துக்குரிய ஆங்கிலக் குறியீட்டெழுத்துக்கள். 6-ஆம் பத்தி, அணு எடை (atomic weight); அதாவது, இரசாயன நூல் வல்லார் அவ்வுலோக அணுவின் எடை என்று பாவிக்கும் எண். 7-ஆம் பத்தி, செறிவு (நீர் ஒப்பு எடை - relative density); ஒரு கன சென்டிமீட்டர் அளவுள்ள நீரின் எடை ஒரு கிராம் என்றால், இவ்வுலோகத்தின் கன சென்டிமீட்டர் ஒன்றின் எடை என்ன என்பதைக் காட்டும் எண். 8-ஆம் பத்தி, என்ன வெப்ப நிலையில் (சென்டி கிரேட்) குறித்த உலோகம் உருகும் என்பதைக் காட்டு கிறது. வரிசை 45-ஆம் எண்ணுக்குரிய பாதரசம், இயற்கையில் உருகித் திரவமாகவே இருப்பதால், இதற்கு நேரே 8-ஆம் பத்தியில் குறித்துள்ள 360 டிகிரி என்ற வெப்பநிலை, பாதரசம் கொதித்து ஆவியாகும் என் பதைக் காட்டும்.

இவ்வட்டவணையுள் கூறிய உலோகங்கள் 52. ஜெர் மானியம் முதலாகச் சுமார் பதினைந்து உலோகங்கள் இவற்றுக்கு அதிகமாக இருக்கின்றன. விரிவஞ்சி இவை இந்நூலுள் இடம்பெறவில்லை.

வரிசைக் கிரமஎண்	உலோகத்தின் பெயர்	ஆங்கிலம்	அணுக் கிரமஎண்	இரசாயனக் குறிப்பு	அணு எடை	நீர்ஒப்பு எடை	உருகு நிலை செ·டிகிரி
1	2	3	4	5	6	7	8
1	லிதியம்	Lithium	3	Li	7	0 53	
2	பெரில்லியம்	Beryllium	4	Be	9	1·85	1280
3	ஸோடியம்	Sodium	11	Na	23	·97	97
4	மக்னீஷியம்	Magnesium	12	Mg	24	1·74	651
5	அலுமினியம்	Aluminium	13	Al	27	2 58	657
6	ஸிலிகன்	Silicon	14	Si	28		
7	பொடாஸ்ஸியம்	Potassium	19	K	39	·86	62
8	கால்ஸியம்	Calcium	20	Ca	40	1·54	750
9	டைடேனியம்	Titanium	22	Ti	48	4·5	
10	வனேடியம்	Vanadium	23	Va	51	5 6	
11	குரோமியம்	Chromium	24	Cr	52	6·92	1520
12	மாங்கனீஸ்	Manganese	25	Mn	55	7 5	1260
13	இரும்பு	Iron	26	Fe	56	7 88	1530
14	கோபால்ட்	Cobalt	27	Co	58·9	8·7	{1500 1800}
15	நிக்கெல்	Nickel	28	Ni	58·8	8·8	1454
16	செம்பு	Copper	29	Cu	64	8·89	1083

வரிசைக் கிரமஎண்	உலோகத்தின் பெயர்	ஆங்கிலம்	அணுக் கிரமஎண்	இரசாயனக் குறியீடு	அணு எடை	நீர் ஒப்பு எடை	உருகு நிலை செ·டிகிரி
1	2	3	4	5	6	7	8
17	துத்தநாகம்	Zinc	30	Zn	65	7·5	417
18	ஆர்ஸெனிக்	Arsenic	33	As	75		
19	ஸெலெனியம்	Selenium	34	Se	79	4·3	
20	ஸ்ட்ரான்ஷியம்	Strontium	38	Sr	88		
21	இட்ரியம் *	Yttrium	39	Yt	89		
22	ஸிர்கோனியம்	Zirconium	40	Zr	91	6·4	
23	நியோபியம்	Niobium	41	Nb	93	8·5	
24	மோலிப்டினம்	Molybdenum	42	Mo	96	10·1	2000
25	ருதேனியம்	Ruthenium	44	Ru	102	12·3	
26	ரோடியம்	Rhodium	45	Rh	103	12·1	2000
27	பல்லேடியம்	Palladium	46	Pd	107	{ 11·3 12·2	1546
28	வெள்ளி	Silver	47	Ag	108	10·5	961·5
29	காட்மியம்	Cadmium	48	Cd	112	8·65	320
30	இண்டியம்	Indium	49	In	115		
31	ஈயம்	Tin	50	Sr	119	7·3	232

32	ஆண்டிமொனி	Antimony	51	Sb	122	6·7	630
33	தெல்லூரியம்	Tellurium	52	Te	128	6·3	450
34	பேரியம்	Barium	56	Ba	137	3·5	
35	லாந்தனம் *	Lanthanum	57	La	139		
36	ஸீரியம்	Cerium	58	Ce	140	6·8	
37	பிரேஸியோடிமியம் *	Praseodymium	59	Pr	141		
38	நியோடிமியம் *	Neodymium	60	Nd	144		
39	ஸமேரியம் *	Samarium	62	Sa			1350
40	டான்டலம்	Tantalum	73	Ta	181	16·58	{ 2250 2300 }
41	டங்ஸ்டன்	Tungsten	74	W	184	17	3370
42	ஓஸ்மியம்	Osmium	76	Os	190	22·48	2200
43	இரிடியம்	Iridium	77	Ir	193	22·39	1950
44	பிளாட்டினம்	Platinum	78	Pt	195	21·46	1760
45	பொன்	Gold	79	Au	197	19·3	1062
46	பாதரசம்	Mercury	80	Hg	201	13·59	360 கொதிக்கிறது
47	காரீயம்	Lead	82	Pb	207	11·4	327
48	பிஸ்மத்	Bismuth	83	Bi	209	9·8	264
49	ரேடியம்	Radium	88	Ra			
50	ஆக்டினியம் *	Actinium	89	Ac	226		
51	தோரியம்	Thorium	90	Th	232		1845
52	புரோடோஆக்டினியம் *	Proto-Actinium	91	Pa	231		
53	யுரேனியம்	Uranium	92	U	2.8	18·7	

* இக்குறியிட்ட உலோகங்கள் இந்நூலில் பெயரளவில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. இவைபற்றிய விவரம் யாதும் தரவில்லை.

௩. தாதுக்களின் அட்டவணை

இந்நூலில் குறிப்பிட்ட சில உலோகத் தாதுக்கள் முதலியவற்றின் பெயர்களையும் அவற்றுக்கு நேரான ஆங்கிலச் சொற்களையும் கீழே காணலாம்.

ஆக்ஸைடு	Oxide
ஆகேட்	Agate
ஆந்த்ரஸைட்	Anthracite
ஆபடைட்	Apatite
ஆஸ்பெஸ்டாஸ்	Asbestos
இந்திரநீலம்	Sapphire
இல்மெனைட்	Ilmenite
உல்ப்ரம்	Wolfram
உல்பெனைட்	Wulfenite
எலெக்ட்ரம்	Electrum
ஒக்கர்	Ochre
கயனைட்	Kyanite
காந்தக்கல்	Magnetic stone (Magnetite)
கார்பைடு	Carbide
கார்பொனேட்	Carbonate
கார்னோடைட்	Carnotite
கிராபைட்	Graphite
கிரையோலைட்	Cryolite
குருவிந்தம், கோரண்டம்	Corundum
குரோமைட்	Chromite
கூழாங்கல்	Quartz (one type)
கொலம்பைட்	Columbite
சவ்வீரம்	Mercuric chloride
சாதிலிங்கம்	Cinnabar, red sulphide of mercury
சிமென்டைட்	Cementite
சுக்கான்	Limestone
டான்டலைட்	Tantalite
டோலோமைட்	Dolomite

துருசு	Copper sulphate
தெல்லூரைடு	Telluride
நீலாஞ்சனக்கல்	Stibnite
பதுமராகம்	Hyacinth
பாக்ஸைட்	Bauxite
பிளாட்டினைட்	Platinite (a nickel alloy; not a mineral.)
புல்லர் - மண்	Fuller's earth
புரூஸைட்	Brucite
புளோரைடு	Fluoride
பெரில்	Beryl
பெல்ட்ஸ்பார்	Feldspar
பேரைட்	Baryte
பைரைட்	Pyrite
போராக்ஸ்	Borax
மரகதம்	Emerald
மாக்னிடைட்	Magnetite
மாக்னிஸைட்	Magnesite
மாணிக்கம்	Ruby
மைகா	Mica
மோலிப்டினைட்	Molybdenite
மோனஸைட்	Monazite
யுரேனைட்	Uranite
ரூடைல்	Rutile
லிமொனைட்	Limonite
வைடூரியம்	Aquamarine
ஸ்டிப்னைட்	Stibnite
ஸ்டீயடைட்	Steatite
ஸ்டெல்லைட்	Stellite
ஸால்ட் பீட்டர்	Saltpetre
ஸிடெரைட்	Siderite
ஸிர்கன்	Zircon
ஸில்லிமனைட்	Sillimanite
ஸிலிகா	Silica
ஹேமடைட்	Hematite
ஜிப்ஸம்	Gypsum

௪. உலோகக் கலைச் சொற்கள்

அக்கினித் திராவகம்	Nitric acid
அச்சு வார்ப்பு	Die casting
அணு	Atom
அணு எடை	Atomic weight
அணுக்கிரம எண்	Atomic number
அணுக்குலைவு	Disintegration of atom
அதிவெப்பநிலை	Hypothermal condition
அராவுதல்	Grinding
அரித்தல், அரிப்பு, அரிபடுதல்	Corrosion
அருமண்ணுலோகம்	Rare earth metal
அரையுலோகம்	Half metal
அலுமினியப் போர்வை	Alclad (aluminium clad)
அலோகம்	Non-metal
அழுத்தச் செம்பு	Tough pitch copper
அழுத்தம்	Toughness
ஆக்ஸிஜன்	Oxygen
ஆக்ஸைடு	Oxide
ஆணியிணைப்பு	Rivetting
இடைக்கலப்புலோகம்	Hardener alloy
இடை வெப்பநிலை	Mesothermal condition
இணைப்பாணி	Rivet
இணைப்புமுறை	Joining
இந்திரநீலம்	Sapphire
இரசவாதம்	Alchemy
இரசாயனத் தொழிற்பாடு	Chemical activity
இரசாயனம்	Chemistry
இன்வார் (கலப்பு)	Invar (alloy)
உட்-உலோகம்	Wood's metal
உடற்சட்டம்	Frame
உப்பு	Salt
உப்புத்தாள்	Sand paper (abrasive)
உயர்ந்த உலோகம்	Noble metal
உருக்கிரும்பு, உருக்கு	Pig iron

உருகுநிலை	Melting point
உருவம் அமைத்தல்	Shaping
உலைக்கூடம்	Furnace
உலோகத் தாது	Mineral
உலோகம்	Metal
உலோக மின்சாரப் பூச்சு	Electro-plating
உறுதி	Strength
உஷ்ணமானி	Thermometer
ஊற்றுவாய்	Runner
எஃகு	Steel
எண்ணெய்ச் சக்தி	Oil power
எரி குண்டு	Incendiary bomb
ஒளி கெடாத எஃகு	Ever-bright steel
கடல் தந்தி	Cable
கடினப் பற்றவைப்பு	Hard solder
கதிர் வீச்சுடைய தாது	Radio-active mineral
கந்தகம்	Sulphur
கரி ஆவிச் சக்தி	Coal gas power
கரி எஃகு	Carbon steel
கல்லீயம்	Pewter
கலப்புலோகத்தின் உருகுநிலை	Melting point of alloy
,, உறுதி	Strength of alloy
கலப்புலோகம்	Alloy
கலப்பெஃகு	Alloy steel
கழிவுப்பொருள்	Slag
கற்காலம்	Stone age
கற்குழம்பு	Magma
கற்பலகை	Slate
கறுக்காத எஃகு	Stainless steel
கனி, சுரங்கம்	Mine
கனிப்பொருள்	Ore
காந்தச் சக்தி	Magnetic property
காய்ச்சாமல் உருவம் அமைத்தல்	Shaping of cold metal
காய்ச்சி உருவம் அமைத்தல்	Shaping of hot metal

காரீயவெள்ளை	White lead
காலத்திட்பம்	Age hardening
குண்டுதாங்கிய சுழற்சி	Ball-bearing
குப்பைத் தொழில் செய்யும் உலோகம்	Scavenging metal
குழாய் செய்தல்	Tube making
குழாயாணி	Tubular rivet
குளிர்வார்ப்பு	Chill-cast
குறை வெப்ப நிலை	Epithermal condition
கெட்டிக்காரீயம்	Hard lead
கெட்டியாணி	Solid rivet
கைவினை அலுமினியம்	Wrought aluminium
கைவினைக் கலப்பு	Wrought alloy
சதவீதம்	Percentage
சாம்பல் நிற வார்ப்பிரும்பு	Grey cast iron
சுரங்கச் செல்வம்	Mineral wealth
சுழலும் கருவி	Revolving tool
சூட்டுக்கோல்	Soldering iron
சூட்டுப் பக்குவம்	Heat treatment
சூடேறுக்கல்	Refractory
டியூரலுமின்	Duralumin
தகடு சுருட்டல்	Metal rolling
தகரம்	Tin
தார	Leaded bronze
தரை நூல்	Geology
தழற்காடிப் பாறை	Acid igneous rock
தழற் பாறை	Igneous rock
தனிப்பொருள், தனியம்	Element
தாது	Mineral (ore)
தாழ்ந்த உலோகம்	Base metal
திசை காட்டும் கருவி	Mariner's compass
திட்பம்	Hardness
திரவம்	Liquid
திருகாணி	Screw
திறந்த அடுப்பு முறை	Open hearth process
துரு	Rust

துருத்தி	Bellows
தேய்மான மின்மை	Resistance to wear
தேனிரும்பு	Wrought iron
தையல் இணைப்பு	Seam welding
தோய்ச்சல்	Temper, tempering
தோய்ச்சல் திட்பம்	Temper hardening
நங்கூரம்	Anchor
நட்சத்திர ஆண்டிமொனி	Star antimony
நடுத்தர எஃகு	Medium steel
நாகப் பூச்சு	Galvanising
நாகம்	Zinc
நாணயம் செய்தல்	Minting of coins
நிலக்கரி	Coal
(மென்மையான நிலக்கரி	Coke)
நீராவிச் சக்தி	Steam power
நீலாஞ்சனம்	Antimony
நீளுந்தன்மை	Ductility
நூற்றல்	Spinning
நெகிழ்ச்சி	Malleability
நெகிழ்ச்சியின்மை	Non-malleability
நெகிழும் வார்ப்பிரும்பு	Malleable cast iron
நேரிணைப்பு	Welding
படலம்	Film
படிகம்	Crystal
பருவ வீறல்	Season cracking
பற்றவைப்பிரும்பு	Soldering iron
பற்றவைப்பு	Solder, Soldering
பன்றி யிரும்பு	Pig iron
பாப்பிட் மெட்டல்	Babbit metal
பாறை	Rock
பான் உலோகம்	Bahn metal
பாஸ்பரஸ்	Phosphorus
பாஷாணம்	Arsenic
பிடிப்புக் கட்டை	Sleeper
பித்தளை	Brass
பிராணவாயு	Oxygen

பிழிதல்	Extrusion
புள்ளி இணைப்பு	Spot welding
பூமியின் புறணி	Crust of the earth
பெஸ்ஸெமர் முறை	Bessemer process
பொடி உலோகத் தொழில்	Powder metallurgy
பொரபொரப்பு	Brittleness
பொருளாதார மந்தம்	Economic depression
மணல் வார்ப்பு	Sand casting
மணற் பதிவு	Sand mould
மத்திய தழற்பாறை	Intermediate igneous rock
மரகதம்	Emerald
மறை	Nut
மாக்கல்	Talc
மாற்றுப் பாறை	Metamorphic rock
மிதப்பு முறை	Floatation process
மின்சார இணைப்பு	Electric welding
மின்சார சக்தி	Electric power
முட்டுத் தாங்கி	Bumper
மூல உலோகம்	Parent metal
மூலத்தழற் பாறை	Basic igneous rock
மெருகெண்ணெய்	Varnish
மெல் எஃகு	Soft steel
மெல்ல ஆற்றுதல்	Annealing
மெழுகுப் பொருள்	Plastic
மென்மைப் பற்றவைப்பு	Soft solder
மோனெல் கலப்புலோகம்	Monel metal
ரிவெட்	Rivet
ரேடிய வைத்தியம்	Radiology
வண்டற்பாறை	Sedimentary rock
வல் எஃகு	Hard steel
வழிவாய்	Riser
வார்ப்பு அலுமினியம்	Cast aluminium
வார்ப்பு இரும்பு	Cast iron
வார்ப்புக் கலப்பு	Cast alloy
வார்ப்புத் தொழில்	Casting
வானசாஸ்திரம்	Astronomy

விசிறி (கப்பல்)	Propeller
விண்மீன் கட்டி, விண்வீழ் கொள்ளி	Meteorite
வில் தன்மை	Elasticity
வில்லை முடுக்கி	Spanner
வீறல்	Crack
வெண்கலக் காலம்	Bronze age
வெண்கலம்	Bronze
வெண்ணிற வார்ப் பிரும்பு	White cast iron
வெப்பக் காற்றுலை	Blast furnace
வெப்ப நிலை	Temperature
வெள்ளி எஃகு	Silver steel
வெள்ளீயம்	Tin

பொருள் அகராதி

அச்சுக் கடை திரட்டல் 227
அச்சு வார்ப்பு 94, 122, 218
அணு எடை 254
அணுக்கிரம எண் 254
அணுக் குண்டு 17
அணுவின் அமைப்பு 159
அதிவெப்ப நிலை 22
அபூர்வ உலோகம் 180
அம்மோனியா வாயு
அமெரிக்கா 1, 27, 37, 41, 78, 80, 84, 97, 100, 104, 117, 128, 136, 146, 163, 169, 171-2, 175, 180, 186
அரிப்பு 237, 242
அரிபடாமை 73, 122, 183
அரை யுலோகம் 185
அல்ஜீரியா 38
அலாஸ்கா 140
அலுமினியக் கலப்புலோகம் 121
அலுமினியத் தாதுக்கள் 116, 120
அலுமினியப் பதக்கம் 113
அலுமினியம் 3, 16, 29, 30, 112, 192, 241, 249
அலுமினிய வெண்கலம் 93, 102, 199
அலெக்ஸாண்டர் 4
அலோகக் கலப்பு 193, 233
அலோகம் 3, 19
அழுத்தச் செப்பு 88
அழுத்தம் 56
அனந்தபூர் 152
அஸ்ஸாம் 120, 165
அஸ்ஸீரியா 139
ஆக்டினியம் 163
ஆக்ஸிஜன் 29, 30
ஆக்ஸைடு 33
ஆகேட் 251
ஆட்கொல்லி 149
ஆண்டிமொனி 19, 100-2, 186, 251
ஆணி செய்தல் 125, 220
ஆணி யிணைப்பு 221, 231
ஆந்த்ரஸைட் 63-4
ஆப்பிரிக்கா 117
(தென்) 76, 126, 165, 183
(மேற்கு) 30, 178
ஆபடைட் 251
ஆர்ஸெனிக் 185
ஆர்ஸெனிக் செப்பு 88
ஆலங்குடி பாக்கு வெட்டி 67
ஆஸ்திரியா 38, 245
ஆஸ்திரேலியா 38, 84, 100, 104, 146, 172, 182, 188
ஆஸ்பெஸ்டாஸ் 251
இங்கிலாந்து 38, 40, 97, 100, 136
இட்ரியம் 160
இடைக்கலப்புலோகம் 196
இடைவெப்பநிலை 22
இண்டியம் 180
இணைப்பாணி 221, 229

இணைப்பு முறை 221
இத்தாலி 38, 100, 104, 117, 156, 186, 245
இந்திய இரும்பு 42, 249, 251
இந்திய உலோகச் செல்வம் 249
இந்திய மாங்கனீஸ் 80
இந்தியா 2, 38, 103, 117, 126, 136, 178, 180
(தென்) 118
இந்திர நீலம் 118
இரசவாதம் 9, 14, 155
இரசாயனத்தொழில் 81, 106 165
இரசாயனம் 79, 180
இரிடியம் 15, 142, 165, 167
இருப்புக்காலம் 90
இருப்புச் சங்கிலி செய்தல் 228
இருப்பு நாகரிகம் 34
இருப்புயிர் 14, 36
இரும்பு 1, 7, 29, 30, 249, 250
இரும்புக் குழாய் 5
இரும்புத் தாது 35
இல்மெனைட் 180, 250
இலங்கை
இன்வார் 110
இஸ்திரிப் பெட்டி 6
ஈபல் கோபுரம் 59
ஈயக் காரீயக் கலப்பு 225
ஈயத் தாது 97
ஈயப்பற்று 224
ஈயப் பாத்திரம் செய்தல் 205
ஈயம் 14, 15, 22, 89, 92, 95, 105, 192
ஈயம் பூசுதல் 96, 242
உட் உலோகம் 198
உப்பு 3, 23, 209, 249
உப்புக் கட்டி 24
உப்பும் நிக்கெலும் 109
உப்பும் பனிக்கட்டியும் 197
உயர்ந்த உலோகம் 15
உயிர் நால்வகைத் தோற்றம் ?4, 239
உருக்கி உருவம் அமைத்தல் 204
உருக்கு, உருக் கிரும்பு 47, 54, 189
உருவம் அமைக்கும் முறைகள் 201-4
உருவம் வார்த்தல் 214
உல்ப்ரம் 130
உல்பெனைட் 78
உலைக் கூடம் 7, 36, 46, 119, 127-8, 182, 197
உலோக இணைப்பு 220
உலோக இலக்கணம் 18
உலோக உலகம் 12
உலோக உற்பத்தி 24
உலோகக் கணிதம் 247
உலோகங்களின் உருகு நிலை 225
உலோகங்களின் எதிர்காலம் 246
உலோகங்களின் பெயர் 2
உலோகச் செல்வம் 1
உலோகத்தாது 1, 19, 20
உலோகத்தின் தியாக வுணர்ச்சி 239
உலோகத்தை நனைத்தல் 226
உலோகத் தொழில் 1, 11, 247

உலோகத் தொழிலின் தொடக்கம் 7, 10
உலோகப் பொடித் தொழில் 231
உலோகப்-உலகம் 12
உலோகம் ஒட்டுதல் 224
உலோக மின்சாரப் பூச்சு 82, 242
உறுதி 65, 73, 82, 201
ஊசி செய்தல் 202
ஊசி-தேய்ச்சல் 69
ஊற்றுவாய் 215
எஃகின் துணைகள் 76-82
எஃகின் வகைகள் 73 4
எஃகு 10, 34, 51, 54
எஃகு உலகம் 10
எஃகுச் சட்டம் 60
எஃகு செய்யும் முறைகள் 60, 63
எஃகு நாகரிகம் 10, 14
எஃகும் கரியும் 65
எஃகு வெட்டும் கத்தி 131
எகிப்தியர் 83
எகிப்து 139
எட்ரஸ்கா 139
எண்ணெய்ச் சக்தி 10
எண்ணெய் வேண்டாத குண்டமைப்பு 235
எதியோப்பியா 165
எப்ஸம் ஸால்ட் 136
எரி குண்டு 134
எலெக்ட்ரம் 151
ஏழு லோகம் 14
ஐஸ்கிரீம் செய்தல் 197
ஒய் கலப்பு 124
ஒரிஸ்ஸா 43
ஒளி மழுங்காத எஃகு 127
ஓக்கர் 251
ஓஸ்மியம் 15, 165, 167
கட்டிடக் கம்பி 249
கடல் தந்தி 86, 110
கடிகாரம் 6, 152
கடினப் பற்ற வைப்பு 226
கண்டா மணி செய்தல் 201
கண்ணாடித் தொழில் 248
கதிர்வீச்சுடைய தாது 26
கந்தகத் திராவகம் 57
கந்தகம் 18,20, 29, 51, 53, 242
கப்பிமண் 145
கம்பி நூற்றல் 213
கம்பி மத்தாப்பு 16, 133
கம்பியிழுக்கும் சட்டம் 206
கம்பியிழுத்தல் 206
கம்மியர் 13
கயனைட் 120
கயாஞ 117
கயிலாயம் 150
கரி 18, 21-34, 51, 53, 55
கரி ஆவிச் சக்தி 10
கரி எஃகு 73
கருங்கல் 6, 21
கருங் கொல்லர் 13
கரும் பொன் 13, 36
கருமான் 36
கல் தச்சர் 13
கல்சியம் 187
கலப்பு 193
கலப்பு எஃகு 11, 64, 72
கலப்பு முறைகள் 194
கலப்புலோகத்தின் உருகு நிலை 197
கலப்புலோகத்தின் உறுதி 199

கலப்புலோகம் 7, 190
கழிவுப் பொருள் 48, 52
களிப்பு 236
களிப்பேருமை 93, 100
களிமண் 21
கற்காலம் 35
கற்குழம்பு 21
கற்பலகை 21
கறுக்காத எஃகு 17, 74, 110, 214
கன் மெட்டல் 92
கன்ஞர் 13, 205
காக்கின்பிரௌன் 4
காங்கோ (பெல்ஜிய) 82, 84, 161, 165, 183
காசி வெண்கலம் 93, 191
காசி ஹிந்து விசுவ வித்தியாலயம் 2
காட்மியச் சிவப்பு 174
காட்மியச் செம்பு 87, 95
காட்மிய நிக்கெல் 173
காட்மியம் 87, 102, 105, 142, 172
காந்த இரும்பு 82
காந்தக் கல் 25, 39, 40
காந்தச் சக்தி 25, 201
,, ஏற்கும் தாது 25
காமா கிரணம் 159
காய்ச்சாமல் இணைத்தல் 227
காய்ச்சாமல் உருவம் அமைத்தல் 204-5
காய்ச்சி உருவம் அமைத்தல் 204, 207
கார்பன் 9, 29
கார்பன் மானுக்ஸைடு 50
கார்பைடுகள் 247
கார்ஞேடைட் 162
காரட்டு (பொன்) 141
காரீய ஈயக் கலப்பு 101, 194, 197-8
காரீய நாணயம் 100
காரீயப் பூந்தொட்டி 99
காரீயம் 14, 16, 89, 91, 97, 99, 105, 151, 192
காரீய வெள்ளி 102
கால்வனைஸிங் 105
கால்ஸியம் 16, 29, 30, 177
காலத் திட்டம் 123
காவேரிப் பொன் 22, 145
காளத்தி வெண்கலம் 93, 191
கானடா 78, 82, 84, 97, 100 118, 136, 146, 152, 161, 172, 175, 180, 188
கிரகங்கள் 13
கிராபைட் 26, 55, 64, 251
கிரான்ஸ்டெட் 107
கிரீன்லாந்து 27, 38
கிரீஸ் 117, 126, 136, 245
கிருமி நாசினி 185
கிரேக்க சம்பிரதாயம் 13
கிரையோலைட் 119
கிழக்கிந்தியத் தீவுகள் 97, 117
கீழை நாட்டில் இரும்பின் செலவு 41-2
குண்டு தாங்கிய சுழற்சி 94, 102
குதிரைப் பந்தயம் 176
குதிரை மார்க்கு மண்வெட்டி 68
குப்பைத் தொழில் செய்யும் உலோகம் 17, 76, 79

கும்பகோணம் 93
குயூபா 126
குயூரி 160
குருவிந்தக்கல் 117, 251
குரோமியத் தாது 22
குரோமியம் 2, 16, 73-4, 82
95, 109, 112, 126, 192,
241, 247
குரோமைட் 126, 250
குவிக்-ஸில்வர் 155
குவில்லோம் (டாக்டர்) 110
குழாய் செய்தல் 210, 212
குழாய் வெடித்தல் 101
குழாயாணி 222
குழி மணல் 215
குளோரின் 30
குறை வெப்ப நிலை 22
குன்னிமங்கல வெண்கலம் 93
கூழாங்கல் 21
கெட்டிக் காரியம் 187
கெட்டியாணி 222
கெடுதலான நீர் 242
கெய்லர் (மேரி) 125
கைத்தல் 92, 95
கைவினை அலுமினியம் 121
கைவினைத் தொழில் 121
கைவினை வெண்கலம் 94
கோல் 12
கொல்லர் 12-3
கொலம்பியம் 184
கொலம்பியா 164
கொலம்பைட் 184
கொழு 36
கோபால்ட் 9, 17, 27, 39, 75,
81, 132, 151
கோயமுத்தூர் 182
கோரண்டம் 117
கோலார் தங்கம் 146, 152
சத்த தாது 14
சந்திரகுப்த சாசனம் 42
சயாம் 97, 113
சர்க்கரை 24
சரிகை 144
சவ்வீரம் 157
சவுக்காரம் செய்யும் வேலை 79
சாதிலிங்கம் 155, 157
சாம்பல் நிற வார்ப்பிரும்பு 55
சிந்தூரம் 103
சிமிட்டித் தொழில் 248
சிமென்டைட் 50
சில்லி 84
சிலப்பதிகாரம் 59
சீயம் (சயாம்) 97
சீருள் 12
சீனம் 97, 103, 107, 130, 156,
[1 6
சுக்கான் 22, 48
சுக்கிரன் 150
சுண்ணாம்பு
சுத்த இரும்பு 65
சுபீரியர் ஏரி 27
சுமாத்திரா 103
சுரங்கச் செல்வம் 19, 243
சுரங்கம் 19
சுழலும் கருவி 131
சூட்டுப் பக்குவம் 193, 201
சூடேறுக்கல் 48, 182
செக்கோஸ்லோவகியா 160,
186, 245
செப்பு நாணயம் 88, 98
செப்புயிர் 14
செம்பில் கசிவு 87
செம்பின் வகைகள் 88

செம்பு 14-15, 27, 81, 83, 121, 142, 151, 250
செம்புக் கலப்பு 89
செம்பு நிக்கெல் கலப்பு 107-8
செம்பொன் 8, 13
செறிவு 254
சென்னை 126, 128
சைன சம்பிரதாயம் 14, 36
சோழ மன்னர் 144, 207
சோழிவளாக அரிவாள் 68
டங்ஸ்டன் 5, 17, 23, 26, 82, 129, 183, 192, 233, 251
டங்ஸ்டன் எஃகு 74
டங்ஸ்டன் கார்பைடு 75, 133, 234
டாங்கி 230
டாடா கம்பெனி 42
டான்டலம் 183, 233, 247
டான்டலைட் 183, 4
டியூராலுமின் 122
டியூனிஸ் 38
டிரான்ஸ்வால் 147
டெலிவிஷன் 175
டே ஆற்றுப் பாலம் 59
டைடேனியக் கார்பைடு 181
டைடேனியம் 29-30, 111, 180, 234, 247, 249, 250, 252
டோலோமைட் 63, 136
தகட்டுச் சாலை 19
தகட்டுப் பாறை 21
தகடு சுருட்டல் 210
தகரம் 242
தங்கத்தெல்லூரைடு 145, 151
தங்க நாணயம் 88
தங்கம் 140
தச்சர் 13
தட்டார் 13, 232
தமிழ் மன்னர் கப்பல் தொழில் 207
தார 14, 89, 94
தரை நூல் 21
தாதுவைக் கலத்தல் 193
தழற்காடிப்பாறை 22
தழற்பாறை 21
தனிப்பொருள், தனியம் 12
தனியுலோகம் 192
தாது 12, 19
தாவர நெய் 232
தாழ்ந்த உலோகம் 8-9
திசைகாட்டும் கருவி 162
திட்பம் 124
திமிங்கில எண்ணெய் 71
திண்மை 65, 73, 201
திருக்குறள் 59
திருகாணி பிணைப்பு 221
திருவண்ணாமலை 42
திருவாங்கூர் 168, 182
திறந்த அடுப்பு முறை 63-4
துத்தநாகம் 89, 90, 92, 103, 121, 151, 192
துத்தநாகம் அரிபடுதல் 239, 240
துரு 37, 236-241
துரு எருமை 201
துருசு 28, 89
துருத்திவைத்தூதல் 45
துருவின் காரணம் 237-240
துருவுக்குப் பாதுகாப்பு 240
தூள் வார்ப்பு 233
தெய்வ உருவங்கள் 7, 9, 13
தெல்லூரியம் 23, 102, 145, 185, 189

தேய்படாமை 73, 201
தேனிரும்பு 54, 156
தையல் இணைப்பு 229
தோய்ச்சல் 67-68, 203
தோய்ச்சல் திட்டம் 125
தோரியம் 26, 160, 168, 184, 249, 252
நங்கூரம் செய்தல் 207
நட்சத்திர ஆண்டிமொனி 187
நடுத்தர எஃகு 67
நவமணி 189
நவபாஷாணம் 185
நவலோகம் 14
நாகப்பூச்சு 105
நாகம் (துத்தநாகம்) 103
நாகவார்ப்பு 105
நாச்சியார் கோவில் வெண்கலம் 93, 191
நாணய அச்சு 220
நாணயம் 8
நார்வே 38, 76, 78, 108, 117, 168, 180, 245
நிக்கெல் 9,16,39,91,94,106, 142, 151
நிக்கெல் எஃகு 73, 109
நிக்கெல் கலப்பு 109
நிக்கெல் நாணயம் 106
நிக்கெல் பொடி 232
நிக்கெல் வெள்ளி 108, 153
நியூ காலிடோனியா 107, 126
நியூ பௌண்ட்லாந்து 104
நியோடிமியம் 168
நியோபியம் 184, 247
நிலக்கரி 76, 247, 249, 253
நிலக்கரி கடினம் 47-9
,, மென்மை 49
நிலக்கீல் 76
நீர் ஒப்பு எடை 254
நீராவிச் சக்தி 10
நீலாஞ்சனம் 185
நீளுந்தன்மை 65-6
நூற்றல் முறை 220
நெகிழ்ச்சி 66
நெகிழ்ச்சியின்மை 65-66
நெகிழுந் தன்மை 65
நெகிழும் வார்ப் பிரும்பு 57
நெப்போலியன் 96, 113
நேரிணைப்பு 221, 227, 231
நைஜீரியா 97
நைட்ரொஜன் 160
பசும்பொன் 8, 13
பஞ்சலோகம் 13
படிகம் 24
பதுமராகம் 182
பம்பாய் மாகாணம் 117
பர்மா 82, 97, 104, 130, 152, 165, 188
பரங்கிப்பேட்டை 42
பருவ வீறல் 243
பல் கட்டுதல் 193
பல்லேடியம் 165, 167
பற்றவைப் பிரும்பு 225
பற்றவைப்பு 221, 223, 231
பன்றி யிரும்பு 54
பாக்ஸைட் 116, 251, 253
பாதரசம் 14, 17, 145, 155
பாப்பிட் மெட்டல் 187
பாபிலோன் 99
பாரதி 1
பாறை வகை 21
பான் உலோகம் 179 [88, 92
பாஸ்பரஸ் 18, 29, 30, 51, 53,

பாஷாணம் 185
பிட்ச்பிளெண்டு 26, 160
பிண்ட்லே 4
பித்தளை 89, 90
பித்தளை நாணயம் 91
பியரி (ராபர்ட்) 27
பியூரி (கப்பல்) 96
பிராண வாயு 18
பிரான்ஸ் 38,40,117,178,245
பிரிட்டன் 1, 128, 180
பிரிட்டனின் சுரங்கச் செல்வம் 244
பிரேஸியோடிமியம் 168
பிரேஸில் 146, 169, 181, 183
பிலிப்பைன் தீவு 126, 148
பிழிதல் 209
பிளாட்டினம் 15, 77, 107, 111, 129, 142, 163, 183
பிளாட்டினம் தூள் 232
பிளாட்டினேட் 111, 165
பிளாஷ்லேட் 136
பிளினி 26
பின்லாந்து 108
பிஸ்மத் 19, 185, 188
பீகார்மாகாணம் 117,126,130
பீங்கான் மண் 3, 250
புகைப்படத்தொழில் 153,174
புதன் 155
புதிய உலோகங்கள் 15
புராதன உலோகங்கள் 12
புரூஸைட் 136
புரொபெல்லர் 217
புரோடோ ஆக்டினியம் 163
புல்லர் மண் 250
புள்ளியிணைப்பு 229
புளோபைப் 225
புஷ்பராகம் 189
பூமியின் புறணி 21, 28, 30, 35, 118, 180
பெட்ரோல் 76
பெரில் 170
பெரில்லியம் 170, 247
பெரில்லிய வெண்கலம் 171
பெருதேசம் 84, 152, 156,188
பெல்ட்ஸ்பார் 251
பெல்ஜியம் 104, 161, 172,245
பெஸ்ஸெமர் முறை 60, 64
பேரியம் 179
பேரைட் 251
பேனுசிப்பு 6, 15, 79, 142, 167
பைம் பொன் 8
பைரைட் 39
பொடாஸ்ஸியம் 16, 23, 29, 30, 178
பொடி வைத்தல் 231
பொத்தான் செய்தல் 205
பொர பொரப்பு 53-6, 69, 73, 87, 104, 203, 228
பொருத்து வாய் 213
பொருளாதார மந்தம் 24
பொருளாதார முற்றுகை 245-6
பொலீவியா 97, 130, 186
பொற் கொல்லர் 13
பொன் 8, 12, 139
பொன் நாணயம் 142
பொன்வகை 140
பொன் வேய்தல் 144, 210
பொன்னுசை முதலான மூவாசை 140
பொன்னின்மாற்று 141
பொன்னுயிர் 14

பொஹீமியா 96
போர்த்துகல் 130, 178
போராக்ஸ் 251
போலந்து 104, 172, 245
போஸ் (ஜகதீச) 25
மக்னீஷியக் கலப்பு 137
மக்னீஷியத் தாது 23
மக்னீஷியம் 2, 16, 29,30,106, 111, 123-4, 133, 192
மஞ்சூரியா 38, 136
மடகாஸ்கர் 118
மண்ணெண்ணெய் 76
மண் வெட்டி 36
மணல் வார்ப்பு 94, 122, 214, 219
மணற்பதிவு 215
மணியுயிர் 15
மத்திய தழற்பாறை 22
மத்திய மாகாணம் 117, 187
மரக் கரி 45
மரகதம் 170
மலாயா 38, 97 180
மாக்கற் பாறை 21
மாக்னிடைட் 25, 39, 40
மாக்னிஸ் 25
மாக்னிஸைட் 136, 250
மாங்கனீஸ் 17, 29, 51, 53 73, 79, 91, 111, 136, 184, 247, 249-50, 253
மாண்டில் 181-2
மாணிக்கம் 118
மாணிக்கவாசகர் 25
மாற்று (தங்கம்) 141
மாற்றுப் பாறை 21
மானேடைப் 187
மிதப்பு முறை 33
மின்சார இணைப்பு 229-31
மின்சார சக்தி 10
மின்சாரத் தடுப்பு 201
மின்சாரமேற்கும் தாது 26
மினெரல் 19
மினேவா 139
முட்டுத்தாங்கி 53
முடிவான கலப்பு 196
முத்திரை யிரும்பு 58
முலாம் பூசுதல் 241
முறி 98
மூல உலோகம் 194
மூலத்தழற் பாறை 22
மெக்ஸிகோ 31, 76, 78, 84, 100, 151, 156, 172, 186
மெல் எஃகு 67, 69, 192,
மெல்ல ஆற்றுதல் 69, 203
மெழுகுப் பொருள் 247
மென்மைப் பற்றவைப்பு 226
மேரியரசி (கப்பல்) 65, 217, 222
மைக்ராஸ் கோப் 70
மைகா 3, 249, 252-3
மைசூர் 117, 126, 146, 187
மைன் 19
மொராக்கோ 38, 82
மோட்டார் தகடு செய்தல் 206
மோட்டார் பாகங்கள் 192
மோலிப்டினம் 17, 73, 77, 132, 247
மோலிப்டினட் 78
மோனஸைட் 26, 168, 180-2, 250
மோனெல் 111
மோனெல் கலப்பு லோகம் 111, 193
யுக்ரைன்
யுகாந்தா 183

யுகோஸ்லேவியா 84, 100, 104, 117, 126; 145
யுரேனியம் 17, 26, 160
யுரேனைட் 160
யூரல் மலை 31
ரச பஸ்பம் 150
ரசலிங்கம் 14
ரட்லி 4
ராஜபுதனம் 130
ரிவெட் ஆணி 125, 221, 229
ரிவெட்டடித்தல் 221
ருதேனியம் 165
ருஷ்யா 1, 31, 38, 41, 76, 80, 100, 104, 108, 126, 128, 148, 156, 164-5; 178, 245
ரூடைல் 250
ரேடியத் தாது 23
ரேடியம் 17, 26, 32, 159
ரேடிய வைத்தியம் 159
ரேவா 120
ரைலி 109
ரொடீஷியா 31, 76, 84, 126, 175, 183
ரோடியம் 165
ரோமர் 99-7
ரோல்டுகோல்டு 142
ரோல்ஸ் ராய்ஸ் விமானம் 114
லக்ஸம்பர்க் தேசம் 38, 245
லத்தின் பாஷை 2
லாந்தர் கம்பம் 53
லாந்தனம் 160, 168
லிதியம் 16
லிதோபோன் 179
லிமோனைட் 39, 41
லிஞோடைப் 187
லோகம் 12
லோஹம் 12
வங்காளம்
வட அமெரிக்கா 31
வண்டற் பாறை 21
வயிரம் 20, 55, 250
வர்ண எண்ணெய்ப் பூச்சு 81, 242
வல் எஃகு 67
வழிவாய் 215
வனஸ்பதி 232
வனேடியம் 17, 23, 76, 162
வார்ப்பு 204
வார்ப்பு அலுமினியம் 121
வார்ப்பு இரும்பு 47, 54, 192
வார்ப்புத் தொழில் 214
வார்ப்பு மக்னீஷியம் 137
வார்ப்புருவம் செய்தல் 214
வார்ப்பு வெண்கலம் 92
வானசாஸ்திரம் 13
விண்மீன் கட்டி (விண் வீழ் கொள்ளி) 26, 38
விசிறி 217
விசாகப்பட்டணம் 182
வில் தன்மை 73
வில்ம் (டாக்டர்) 122
வில்லைமுடுக்கி 223
விளக்குக் கம்பம் 52
வீறல் 202, 243
வெடிமருந்து 156
வெண்கலக் காலம் 35, 83, 90
வெண்கலம் 6, 89, 91
வெண்ணிற வார்ப் பிரும்பு 56
வெண்பொன் 8, 13, 142
வெப்பக் காற்றுலை 47, 189
வெப்ப நிலை 197

வெள்ளி 8, 81, 142, 150, 251
வெள்ளி எஃகு 207
வெள்ளி நாணயம் 152
வெள்ளிப் பற்றவைப்பு 226
வெள்ளிப் பொடி 226
வெள்ளி மலை 150
வெள்ளியுயிர் 15
வெள்ளீயம் 91, 97
வெளுக்கக் காய்ச்சல் 202
வைடூரியம் 170
ஸ்காட்லாந்து 109
ஸ்ட்ரான்ஷியம் 180
ஸ்ட்ரீட் 4
ஸ்டிப்னைட் 186, 259
ஸ்டீயடைட் 250
ஸ்டீரியோடைப் 173, 187
ஸ்டீல் 60, 81
ஸ்டெல்லைட் 81
ஸ்பெயின் 38, 84, 99, 100, 104, 156
ஸ்வீடன் 38, 40, 104
ஸட்பரி 165, 193
ஸமேரியம் 168
ஸால்ட்பீட்டர் 250
ஸிடெரைட் 39, 40
ஸிர்கன் 182, 251
ஸிர்கோனியம் 160, 182, 247
ஸில்லிமனைட் 120
ஸிலிகன் 29-30, 51, 53, 56, 111, 121, 185, 189
ஸிலிகா 21
ஸிஸிலி 30, 180
ஸீரியம் 167
ஸெலெனியம் 17, 174, 184
ஸைபீரியா 246
ஸோடியம் 16, 30, 121, 177
ஷெப்பீல்டு 71, 74, 244
ஹங்கேரி 117
ஹாலந்து 245
ஹேபர் 31
ஹேமடைட் 39, 41, 58
ஹைட்ரொஜன் 29-30
ஹைட்ரோபுளோரிக் திராவகம் 183
ஜட் (ஆசிரியர்) 25
ஜப்பான் 71, 84, 97, 104, 126, 136, 148, 152, 187
ஜாவா 207
ஜிப்ஸம் 250
ஜெர்மன் வெள்ளி 94, 108
ஜெர்மனி 38, 80, 84, 100, 104, 117, 123, 135, 136, 152, 172
ஜெர்மனியின் உலோகச் சேமிப்பு 245
ஜெர்மானியம் 254
ஜோன்ஸ் 4

Printed by Shakti Press Ltd., (Shanti Press) P.I.C. No. MS. 23.
For Shakti Karyalayam Royapettah, Madras. P. I. C. No. MS. 202.